

THESIS

MUNICH

1965

**Klinik und Behandlung
der Trachealtumoren und Verletzungen**

Prabhu S. R. Sharma



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Klinik und Behandlung der Trachealtumoren und Verletzungen

Inaugural-Dissertation

**zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München**

vorgelegt von

Prabhu S. R. Sharma
aus Azamgarh/Indien

München 1965

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Priv. -Doz. Dr. E. KUGEL
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. R. ZENKER
Dekan:	Prof. Dr. O. HUG

Tag der mündlichen Prüfung: 6.7.1965

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Einleitung	3
Historisches	4
Anatomie und Physiologie des Tracheobronchialbaumes .	5
Die Entwicklung der Bronchoskopie	6
Trachealtumoren	7
I. Gutartige Tumoren	7
II. Adenome	9
III. Bösartige Tumoren	11
A) Primäre Trachealtumoren bei Kindern und Erwach- senen	12
B) Symptomatische Besonderheiten der Trachealtumoren	15
C) Therapie der Trachealtumoren	17
Veränderungen an der Trachealwand und im Paratrache- alraum	20
A) Lues	20
B) Posttuberkulöse Bronchusstenose	20
C) Tuberkulös befallene Lymphdrüsen	21
D) Lymphogranulomatose	22
E) Vergrößerte Schilddrüsen	22
F) Congenitale Zysten.....	22
G) Congenitale Gefäßmißbildungen	24
Bronchusruptur	25
A) Ursachen der Bronchusruptur	27
B) Verletzungsmechanismus	27
C) Symptome der Bronchusruptur	28
D) Behandlung der Bronchusruptur	30
Plastische Rekonstruktion des Tracheobronchialbaums .	33
Historisches	33
Schwierigkeiten der trachealen Defektüberbrückung.	34
Hauptindikationen für wiederherstellende chirur- gische Eingriffe am Tracheobronchialbaum	36
Eigenschaften des Transplantates	37
End-zu-End-Anastomose bei Mensch und Tier	38
Autoplastische Transplantationen bei Mensch und Tier	52

	Seite
Homoplastische Transplantationen bei Tieren	55
Alloplastische Transplantationen bei Mensch und Tier	59
Kombination von organischen Transplantaten mit alloplastischem Material bei Mensch und Tier	66
Zusammenfassung	73
Bibliographie	75
Lebenslauf	88

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

	Seite
Lage und Symptome der Trachealtumoren Abb.1	14
Trachealresektion und End-zu-End-Anastomose nach einem Verkehrsunfall Abb. 2,3,4,5	40-43
Resektion und End-zu-End-Anastomose der cervicalen Trachea im Tierexperiment durch Verlängerung der Trachea mittels alternierender Incisionen an den Membranen zwischen den Knorpeln. Abb. 6	51

Einleitung

Mit der Entwicklung der Technik, mit der vermehrten Verwendung von Maschinen, mit dem wachsenden Straßenverkehr haben die thoraxtraumen zugenommen und damit auch die traumen der Trachea, mit deren operativer Behandlung sich diese Arbeit im besonderen beschäftigen soll.

Verletzungen der Luftröhre sind zwar selten, aber wenn sie vorkommen, handelt es sich fast immer um akut bedrohliche Zustände. Auch bei gut- oder bösartigen Tumoren der Luftröhre oder der benachbarten Organe können im Laufe der Erkrankung ähnlich bedrohliche Zustände eintreten. Bei Tumoren kann sich durch Einengung der Luftröhre eine Atelektase der entsprechenden Lungenpartien entwickeln. In vielen dieser Fälle ist ein chirurgischer Eingriff erforderlich. Durch aktives Eingreifen können die so bedrohten Patienten häufig noch gerettet werden. Manchmal ist auch eine prothetische Wiederherstellung der Luftröhre notwendig und praktisch möglich.

Ich habe Vorlesungen über Thorax-Chirurgie gehört und habe mich dadurch für die Klinik und Behandlung der Luftröhrentumoren und -verletzungen interessiert. Deshalb wählte ich mir ein Dissertationsthema aus diesem seltenen, aber wichtigen neuen medizinischen Arbeitsgebiet.

Historisches

Über chirurgische Eingriffe am Thorax mit dem Ziele der Heilung kann uns die Überlieferung nicht allzuviel Exaktes angeben. Wir wissen, daß die Ägypter (61) ihren Toten die Eingeweide aus dem Leib und aus dem Brustkorb nahmen, um sie gesondert beizusetzen. Über heilende Chirurgie am Thorax ist bei ihnen nichts überliefert. Die Azteken (102) nahmen ihren Gefangenen das Herz aus der Brust, um es noch blutend zu opfern - ob sie die dazu nötigen Kenntnisse auch heilend verwendeten, ist ebenfalls nicht bekannt. Die mangelnde Überlieferung mag natürlich auch daran liegen, daß im Gegensatz zu Schädeln mit Trepanationsstellen keine aufschlußreichen Thoraxfunde gemacht werden konnten. Ausführliche Beschreibungen über chirurgische Eingriffe am Thorax haben wir von Hippokrates (63), der sich aber hauptsächlich mit Empyembehandlung beschäftigt. Dabei steht im Vordergrund die Kenntnis der Gefahren des Pneumothorax, denen man aber noch nicht aktiv begegnen konnte. Deshalb rät Hippokrates die Thorakocentese nur im Notfall anzuwenden. Auch die mittelalterlichen Aufzeichnungen, z. B. der Medizinschule in Salerno (136), beschäftigen sich hauptsächlich mit Verletzungen der Lungen, der Leber und des Herzens. Erst bei Vesal (142) finden wir wieder eine ausführliche Beschreibung über Thoraxeingriffe, auch hier unter Herausstellung der Gefahren des Pneumothorax und ihrer Begegnung. Bei Vesal finden wir auch die Beschreibung einer Intubation in die Trachea und Aufblähung der Lungen durch einen Blasbalg bei Pneumothorax. Jedoch scheint er das nur im Tierexperiment angewandt zu haben. Erst durch die geniale Unterdruckkammer Sauerbruchs (1904) wurde eine systematische Thoraxchirurgie möglich. Das Unterdrucksystem wurde von Brauer (1905) durch das Überdrucksystem ersetzt und vereinfacht.

Anatomie und Physiologie des Tracheobronchialbaumes (5)

Das große Problem aller Manipulationen am Tracheo-Bronchialbaum sind dessen topographisch-anatomische und physiologische Eigenheiten. Die Trachea ist außerordentlich beweglich. Sowohl Länge als Kaliber wechseln je nach Körperlage und Atembewegung. Die Verbindung von Knorpelspangen mit der Pars membranacea gibt der Trachealwand ihre große und für die Funktion notwendige Elastizität. Nur im Bereich der Bifurkation ist die Beweglichkeit geringer, die Carina ist praktisch ein Fixpunkt, während distal davon der Bronchialbaum wieder zunehmend an den Thorax- und Zwerchfellbewegungen teilhat.

Der Durchmesser der Trachea nimmt von oben nach unten zu. Unterhalb des Kehlkopfes in Höhe des 5. - 6. Cervicalwirbels ist das Lumen oval-sagittal gestellt, in Höhe des Aortenbogens etwas abgeplattet und distal zylindrisch. Die Schleimhaut ist normalerweise weißlich glatt und feucht mit Cilien, die oralwärts gerichtete Flimmerbewegungen ausführen. Die Carina liegt etwas nach links verschoben. In gesundem Zustand ist dieses Septum zwischen rechtem und linkem Hauptbronchus scharf und bewegt sich bei der Atmung gering auf und ab. Jede Fixation, seitliche Beweglichkeit oder Verbreiterung, weist auf einen pathologischen Zustand im Mediastinum hin.

Der linke Hauptbronchus weicht von der Richtung der Trachea stärker ab ($45 - 60^\circ$) als der rechte ($25 - 30^\circ$). Daher ist die Expektoration der linken Lunge immer schwieriger als die der rechten. Andererseits werden Fremdkörper viel leichter in die rechte Lunge aspiriert. Das Lumen des rechten Hauptbronchus ist größer als links. Der Mittellappenbronchus zweigt spitzwinklig ab, diese Stelle neigt deshalb besonders zu Stenosierungen.

Dorsal liegt der Trachea vom 6. - 11. BW der Oesophagus an, lateral zwischen Oesophagus und Trachea läuft der nervus recurrens. Im oberen Teil wird die Trachea von beiden Schilddrüsenlappen flankiert. All diese Organe beeinflussen sich gegenseitig bei pathologischen Veränderungen in diesem Körperbereich.

Die Entwicklung der Bronchoskopie

Die Bronchoskopie ist eine der jüngsten endoskopischen Untersuchungsmethoden. Nachdem 1868 zum ersten Mal versucht worden war, Schleimhaut von Oesophagus und Magen in Augenschein zu nehmen (5) und 1879 die Cystoskopie in die Klinik eingeführt worden war (Nitze), hat (100) Killian als Erster 1897 Bronchoskopie und Laryngoskopie angewandt. Zwar hat Alfred Kirstein (100) schon früher mit einem Oesophagoskop aus Versehen in die Trachea gelangt und die Carina gesehen. Er führte das Rohr aber nicht weiter. Killian hat 1897 unter Sicht des Auges ein Knochenstück aus dem rechten Bronchus entfernt, allerdings auch das noch mit einem Oesophagoskop. Mikulicz-Radecki (1850 - 1905) hatte zwar 1881(3) schon ein brauchbares Instrument für Oesophagoskopie und Gastroskopie konstruiert, aber erst mit der Verbesserung der elektrischen Lichtquellen konnten die Bronchoskope technisch weiterentwickelt werden. Brünings und Haslinger schufen die proximale Beleuchtung, Jackson und Nagus führten 1907 die distale Lichtquelle ein. Seit 1932 ist das Gerät von Morlock, Schranz und Scott durch Einführung verschiedener Winkelteleskope erheblich weiter verbessert worden (5).

Die Bedeutung der Bronchoskopie hat laufend zugenommen. Nicht nur Laryngologen benutzen sie, die Entwicklung der modernen Chirurgie hat die Kontrolle der tieferen Luftwege mit dem Auge auch für Chirurgen, Lungenfachärzte und Anaesthesisten notwendig werden lassen.

Die unbehinderte Durchgängigkeit der Atemwege und gut ventilierte Lungengewebe sind wesentliche Voraussetzungen jeder Allgemeinanaesthesie. Nur durch die Bronchoskopie ist es möglich, Blutgerinnsel, Eiter, Erbrochenes oder sonst aspiriertes Material aus dem Bronchialbaum abzusaugen. Die genaue Beobachtung von Stenosen, Tumoren und pathologischen Veränderungen des Tracheal- und Bronchialgewebes ist nur durch Bronchoskopie möglich. Andererseits kann man durch Intubation einen bestimmten Teil der Lunge intra operationem ausschalten.

Trachealtumoren

Tumoren können sich überall in der Trachea entwickeln, aber normalerweise sind sie in der hinteren oder lateralen Wand des unteren Drittels. Die Vorderwand wird selten betroffen. Sie kommen hauptsächlich bei Männern vor, das auch bei Bronchialtumoren der Fall ist. Meistens sind die Patienten zwischen 40 und 70 Jahre alt (Clagett 1952). Maligne Tumoren der Trachea sind selten. Es ist bemerkenswert, daß die Häufigkeit der Bronchialtumoren zugenommen hat, aber nicht die der Trachea, obwohl auch die Trachea denselben Umständen ausgesetzt ist wie die Bronchien.

In der Luftröhre können mehrere Arten benigner und maligner Tumoren vorkommen. Nach dem bronchoskopischen Bild kann man sie in drei Gruppen einteilen (Horanyi 1956):

- a) polypartige gestielte, wahrscheinlich gutartige,
- b) breitbasige, schwer klassifizierbare,
- c) wandinfiltrierende, sicher bösartige Tumoren.

Zu den gutartigen Tumoren gehören die histologisch gutartigen, reifen Geschwülste, z. B. Fibrome, Lipome, Leiomyome, Angiome, Myoblastenmyome, Chondrome, Papillome. Zu den bösartigen Tumoren gehören die Carcinome. Unter den Bronchialtumoren nehmen die Bronchusadenome eine besondere Stellung ein, da ein Teil von ihnen gutartig und die anderen bösartig sind.

I. Gutartige Tumoren (58)

- a) Fibrome bestehen aus Zellen, Fibrillen und Gefäßen. Faserreiche, zellarme Fibrome sind hart, faserarme und zellreiche sind weich. Das Wachstum ist nicht sehr lebhaft. Sie lassen sich gut entfernen und rezidivieren nicht.
- b) Lipome sind aus Fettzellen zusammengesetzt, zeigen einen lappigen, traubenförmigen Bau und lassen sich gut ausschälen.
- c) Myoblastenmyome bestehen aus großen Zellen. Im Zytoplasma befinden sich zahlreiche Lipoproteidkörner- und schollen. Sie kommen hauptsächlich im Bereich der quergestreiften Muskulatur vor. Sie entstehen

wahrscheinlich aus dem Begleitgewebe der Nerven.

d) Chondrome bestehen aus hyalinen Knorpeln. Die Zellen sind bald regelmäßig, bald unregelmäßig verteilt. Sie vergrößern sich durch Wucherung, einer dem Perichondrium entsprechenden Randschicht oder der Knorpelzellen selbst. Sie sind im Allgemeinen gutartig, können aber durch Verdrängung und Infiltration im Nachbargewebe zu Krankheitserscheinungen führen.

e) Papillome sind Zottengeschwülste mit Gefäßen und Bindegeweben.

f) Polypen entstehen aus der Schleimhaut.

g) Leiomyome, Langstone berichtete 1950 über zwei endobronchiale Tumoren der glatten Muskulatur. Unger (1952) berichtet über ein Leiomyoma, welches mehrmals endoskopisch entfernt wurde, bis man schließlich doch eine Lobektomie machen und eine Anastomose der Trachea mit dem Bronchus intermedius durchführen mußte. Der Autor berichtet über einen anderen Fall, bei dem eine Lobektomie und schließlich eine Pneumonektomie durchgeführt werden mußte. Aber der Tumor wuchs erneut in die Trachea und führte zur Erstickung des Patienten. Gilbert u. a. (1953) berichteten über ein intratracheales Leiomyoma, welches während einer Sektion festgestellt wurde. Sie haben in der Literatur noch zwei Fälle von Leiomyomen gefunden. Sweet (1954) und seine Mitarbeiter weisen auf die Schwierigkeiten der pathologisch anatomischen Diagnose der Leiomyomen des Oesophagus hin. Greer und Winn (1957) berichten über ein Leiomyom der Trachea bei einem Mann. 6 Jahre lang litt der Patient unter Husten und Dyspnoe mit zähem, schleimigem Sputum. Im Laufe der Zeit trat bei ihm anfallsweise Atemnot auf, welche in der Nacht stärker wurde. Sie war im Liegen schlimmer, als beim Sitzen. Man vermutete Asthma und behandelte erfolglos. Die Bronchoskopie zeigte dann die Anwesenheit eines rosa, glatten und runden Tumors am distalen Ende der Trachea, der das ganze Lumen der

Trachea füllte. Wegen der festen Beschaffenheit des Tumors konnte man nur ein Drittel bronchoskopisch entfernen. 24 Stunden nach der bronchoskopischen Entfernung bekam der Patient plötzlich Atemnot, wurde cyanotisch und bewußtlos. Infolge der Teilentfernung des Tumors war dieser so beweglich geworden, daß er sich gedreht und das ganze Lumen der Trachea blockiert hatte. Der Tumor wurde nach rechtsseitiger Thorakotomie und einer Längsincision in Pars membranacea entfernt. Der Patient war danach beschwerdefrei.

II. Adenome

Seitdem Kramer 1930 erstmals ein Bronchusadenom intravital diagnostiziert hat, wird dem Bronchusadenom zunehmendes Interesse zuteil. Seither wurden im Weltschrifttum etwa über tausend solcher Fälle berichtet. 6 - 12 % aller Lungentumoren sind Bronchusadenome und 3/4 aller gutartigen Geschwulste der Lunge sind Bronchusadenome. Ihre Einordnung zu gut- oder bösartigen Geschwulsten der Lunge ist nicht einhellig anerkannt. Viele Verfasser halten das Bronchusadenom für gutartig, während andere seine Neigung zu bösartiger Umwandlung betonen. Etwa 10 % können nach klinischen Kriterien einen malignen Charakter annehmen, Metastasen bilden und Neigung zu Recidiven zeigen. Hasche (1956) konnte unter 560 intrapulmonalen Tumoren 9 Bronchusadenome beobachten, darunter eines mit maligner Entartung, keines mit Metastasen (7 Carcinoide, 1 Zylindrom, 1 schleimbildendes Adenom). Es handelte sich um 7 Frauen und 2 Männer im Alter zwischen 29 und 54 Jahren. Gegenüber dem Bronchuscarcinom scheint also das Bronchusadenom das jugendliche Alter zu bevorzugen.

Klinische Erscheinungen bei Bronchusadenomen sind intermittierende und rezidivierende Hämoptysen, die plötzlich beginnen, sehr stark sein können und spontan wieder sistieren können. Das Bronchusadenom wächst endobronchial, intramural oder mehr extrabronchial (Iceberg Typus).

Beim Adenom handelt es sich um zellreiche Tumoren mit schwach entwickeltem oder fehlendem Stroma. Die Tumorzellen sind

klein, rundlich, polygonal oder zylindrisch. Sie bilden solide Bündel, Gruppen oder Pseudorosetten.

Hamperl unterteilt die Adenome in 3 Gruppen (Zitat n. Hasche):

1.) Carcinoid: Große, solide Geschwulstareale, die durch spärliche Stroma septiert sind, sehr reichlich vaskuliert. Sie verlangen besondere Vorsicht beim Bronchoskopieren. Sie sind wesentlich gutartiger als die Zylindrome. Sie ähneln damit ähnlichen gutartigen Tumoren des Darmkanals.

2.) Zylindrom: Kennzeichen dieser Tumoren ist eine Abscheidung von hyalinen oder schleimigen Massen in typische Hohlräume. Sie sitzen breitbasig auf, was für therapeutisches Vorgehen von Bedeutung ist. Sie liegen meist zentraler, d.h. in trachealen Abschnitten, während die Carcinotide im Allgemeinen die intrapulmonalen Bronchialverzweigungen bevorzugen.

3.) "The mucus-producing Adenoma" (schleimbildendes Adenom): Ihr Kennzeichen ist die Produktion großer Schleimmengen. Sie zeigen eine unruhige Struktur mit erheblicher Variationsbreite in der Menge des Protoplasmas, der Kerngröße, der Kerngestalt und des Chromatienreichtums. Sie zeigen damit die Kriterien der Bösartigkeit - obwohl Mitosen vermißt werden.

Über die Metastasierungsmöglichkeiten der Adenome ist zu sagen, daß sie unter Beibehaltung der primären Gewebestruktur metastasieren können, sodaß weder im Primärtumor, noch in den Metastasen die Merkmale der Bösartigkeit festgestellt werden können. Es sind aber auch Fälle beschrieben, bei denen der Primärtumor unverändert blieb, die Metastasen jedoch den Charakter bösartiger Zellstruktur aufwiesen. Bei einer weiteren Gruppe zeigten sowohl Primärtumor, als auch die Metastase nicht mehr den typischen Adenom-Charakter.

Kugel u. a. (1952) berichten über einen Patienten, der wegen Verdacht auf Bronchialtumor des rechten Hauptbronchus in die Klinik eingewiesen wurde. Schon seit einem Jahr vor der Einweisung wurde der Patient auf Bronchial-Asthma behandelt. Bei der Bronchoskopie fand sich ein derbhöckriger, walnußgroßer Tumor direkt im Abgang des rechten Hauptbronchus. Dieser Tumor verlegte die Lichtung völlig. Man ver-

suchte diese Geschwulst endoskopisch zu entfernen. Aber dieser Vorgang wurde durch die Derbheit der Geschwulst und das mangelnde Fassungsvermögen der Instrumente erschwert. Morphologisch hatte man den Eindruck eines Bronchusadenoms. Die rechte Lunge war atelektatisch verändert mit vielem Sekret. Das Mediastinum war etwas verlagert. Nach einer Thorakotomie wurde der rechte Hauptbronchus von der Hinterfläche aus eröffnet. Die Geschwulst wurde entfernt und der Bronchus wieder vernäht. Nach einigen Tagen hellte sich die rechte Lunge auf und es traten später keine Komplikationen auf. Jeden 3. Monat wurde die Luftröhre bronchoskopisch kontrolliert, um evt. neues Wachstum sofort zu beseitigen.

Biocca (1956) berichtet über ein zylindromatöses Adenom bei einer 44jährigen Frau. Der Tumor lag direkt auf der Carina. Er wurde transthorakal durch keilförmige Resektion der medialen Wand von Bifurkation und beiden Hauptbronchien total entfernt. Eine Kontrollaufnahme einige Zeit nach der Operation zeigte eine geringe Verschiebung der Carina nach unten. Oeri (1957) berichtet über ein breitbasiges, infiltrierendes Adenom.

III. Bösartige Tumoren (Carcinome)

"Während die Lungen- und Bronchialcarcinome zu den häufigsten Tumoren gehören, sind primäre Malignome der Trachea große Raritäten" (Niemeyer 1959). Das sekundäre Einwuchern von Carcinomen der Nachbarorgane in die Trachea kommt aber oft vor. Larynx-Karzinome können auf die Trachea übergreifen. Bei einer Laryngektomie können Tumorzellen verschleppt werden und zu Impfmetastasen führen. Der paratracheale karzinomatöse Lymphknoten, oder das Schilddrüsenkarzinom können in die Trachea einbrechen. Ebenso kann ein Oesophaguskarzinom in die membranöse Hinterwand der Trachea einbrechen. Fernmetastasen in der Trachea sind sehr selten.

1954 hat Jachinin (Russland) ein primäres Ca der Trachea beschrieben. Es handelte sich um eine 62jährige Frau, die seit 4 Monaten an zunehmender Atemnot und Kachexie litt. Die Sektion ergab ein ulceriertes Plattenepithelcarcinom an der

Vorderwand der Trachea, in Höhe des 2. bis 5. Trachealringes, das intratracheal wachsend das Lumen spaltförmig eingeengt hatte, aber nicht auf die Umgebung übergegangen war.

Für die erfolgreiche Therapie dieser Tumoren ist es notwendig, daß sie so früh wie möglich diagnostiziert werden. Die Verdachtssymptome sind chronischer Husten und Hämoptysen, gelegentlich mit typischem Himbeersputum. Die BSG ist erhöht und die Patienten nehmen laufend an Gewicht ab. Hartstrahlaufnahmen, Schichtaufnahmen, Bronchographie, Bronchoskopie, Cytodiagnostik, Angiographie der A.Pulmonalis und neurdings Isotopenbronchographie führen normalerweise zur exakten Diagnose (Knaak 1956). Es werden ausschließlich wasserlösliche Kontrastmittel (Joduron und Xumbradil) verwendet, weil die öligen Kontrastmittel (Jodipin) nicht richtig resorbiert werden und zu Fremdkörpergranulomen und Aspirationspneumonien führen können.

A) Primäre Trachealtumoren bei Kindern und Erwachsenen

Die Tumoren, die ihren Ursprung in der Trachea haben sind selten. Bis 1953 sind 552 primäre Trachealtumoren beschrieben worden, von denen 509 (92 %) bei Erwachsenen vorkamen (Gilbert, Mazzarella und Feit 1953).

Pathologisch-anatomisch sind die Trachealtumoren bei Erwachsenen und Kindern sehr verschieden. Bei Erwachsenen waren 49,1 % der Tumoren bösartig, davon wiederum 78,5 % Carcinome und 50,9 % gutartig. Bei Kindern waren 93,1 % gutartig und 6,9 % bösartig, und das waren 3 Mädchen mit Sarkomen die von den Autoren selbst beobachtet worden waren. Von den 256 gutartigen Tumoren bei Erwachsenen waren 29,4 % Osteochondrome, 16,4 % Papillome und 11,7 % Fibrome. Bei den Kindern waren von den gutartigen Tumoren 57,5 % Papillome und 22,5 % Fibrome und 15 % Angiome.

Die Tumoren bei Erwachsenen kommen hauptsächlich im unteren Drittel der Trachea vor, viel seltener im mittleren Drittel. Bei Kindern dagegen sind sie am häufigsten im oberen Drittel, selten im unteren. Es gibt wenig Berichte über die Lage der Tumoren bei Kindern.

Die Symptome, verursacht durch die Trachealtumoren sind von folgenden Punkten abhängig: (Abb. 1)

1. Lage des Tumors. Die Tumoren im unteren Drittel der Trachea können in beide Bronchien einwachsen und können neben der Dyspnoe Atelektasen der Lungen verursachen. Die Tumoren im oberen Drittel der Trachea stören die Funktionen des Stimmbandes und behindern die Atmung. In diesem Fall hört man auch ein lautes Atemgeräusch.
2. Art der Fixation des Tumors an die Trachealwand. Gestielte Tumoren am unteren Drittel der Trachea blockieren die Bronchien beim Einatmen und können im Laufe der Zeit zur Atelektase führen. Beim Ausatmen verursachen sie wenig Beschwerden. Gestielte Tumoren im oberen Drittel der Trachea verursachen mehr Beschwerden beim Ausatmen, wobei der Luftdruck in der Lunge zunimmt und mit der Zeit kommt es zum Emphysem. Breitbasige Tumoren machen weniger Beschwerden als gestielte.
3. Größe des Tumors und Breite der Luftröhre. Je größer der Tumor, desto stärker ist die Verengung der Luftröhre - desto stärker ist auch die Atembehinderung. Dieselbe Größe des Tumors macht weniger Atembeschwerden beim Erwachsenen, als in der engen Luftröhre des Kindes. Gilbert et al. (1953) beobachteten lange Zeit eine 76jährige Frau mit einem Tumor von 1 cm Durchmesser ohne alle Beschwerden. Dieser Tumor lag an der Hinterwand des unteren Drittels der Trachea. Die Autoren berichten von einer 23 Jahre alten Frau. Sie hatte schon mit 17 Jahren Atembeschwerden - sogar in Ruhe. Während einer Schwangerschaft steigerten sich die Beschwerden noch. Nach einer Infektion der oberen Luftwege mit Atemnot und Cyanose wurde sie in die Klinik eingewiesen. Es wurde ein großes Zylindrom in der Trachea festgestellt. Nach sofortiger Tracheotomie verschwanden die Atembeschwerden und die Cyanose. Die Laryngoskopie zeigte eine Erhebung des rechten Stimmbandes das bewegungslos war, weil darunter der Tumor

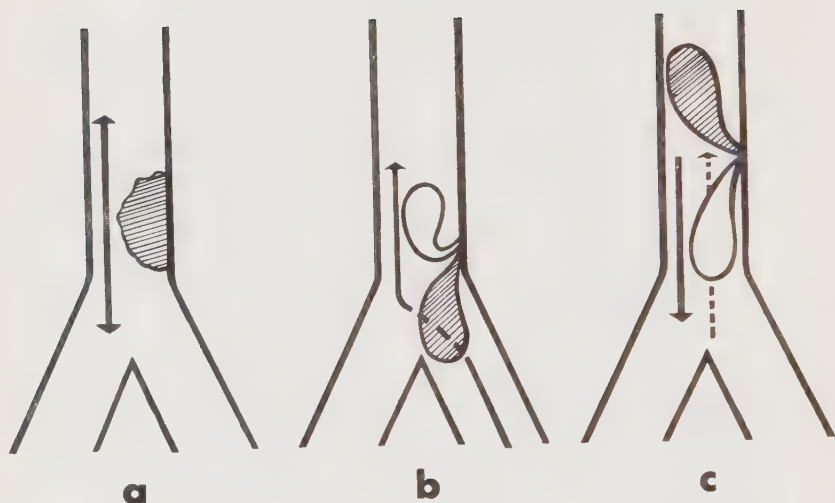


Abb. 1. Schematische Darstellung der Lage und Symptome der Tracheal-Tumoren.

- a) Breitbasiger Tumor mit mässiger Atembehinderung.
- b) Gestielter Tumor an der Bifurkation.
Blockierung des Bronchus beim Einatmen (gestrichelt),
die Ausatmung ist frei.
- c) Gestielter Tumor im oberen Drittel der Trachea.
Blockierung der Trachea bei der Ausatmung (gestrichelt),
die Einatmung ist frei.

(Entn. aus O.T. Clagett et al "Intrathoracic tracheal tumors: development of surgical technique for their removal" Ann.Surg. 136, 520 (1952).

an der Trachealwand lag. Er füllte die halbe Weite der Trachea aus und reichte bis zum 3. Trachealring. Eine Laryngofissur wurde gemacht. Cricoid und die ersten 2 Trachealringe wurden in der Mitte durchgeschnitten. Der Tumor wurde von seiner Fixationsstelle getrennt. Außerdem wurde eine Electroexcision der Ränder gemacht. Die histologische Untersuchung des Tumors ergab einen Schleimdrüsentumor oder ein Zylindrom. Nach Ward und Hendrick (1950) wachsen solche Schleimdrüsentumoren, wenn sie unvollkommen entfernt werden immer wieder nach, sogar nach Jahren. 35 bis 40 % aller Tumoren wachsen auf diese Weise nach. Deshalb ist es wichtig, daß die Tumoren völlig von der Unterlage einschließlich der Mucosa entfernt werden. Ein 11 Monate altes Kind wurde wegen Fieber und Atembeschwerden in die Klinik eingewiesen. Es war cyanotisch. Die Bronchoskopie zeigte eine unregelmäßige Erhebung und Stauung der Gefäße im Tracheal-Lumen. Nach einer Tracheotomie besserten sich die Atembeschwerden. Wegen der Entzündung der Mucosa war der Tumor am Anfang nicht sichtbar. Als die Entzündung etwas zurückgegangen war, konnte man bronchoskopisch einen gestielten und oedomatösen Tumor 3 cm unterhalb des Stimmbandes erkennen. Dieser Tumor war an der Vorderwand der Trachea fixiert und ein Drittel der Weite der Trachea war mit dem Tumor ausgefüllt. Beim Einatmen bewegte er sich abwärts und beim Ausatmen aufwärts. Mittels einer Pincette wurde der Tumor mit großen Schwierigkeiten entfernt. Histologisch war es ein Hämangiom. Nach der Entfernung des Tumors war das Kind beschwerdefrei.

B) Symptomatische Besonderheiten der Trachealtumoren

1. Dyspnoe
2. Trockener, bellender Reizhusten
3. Relativ geringe, meist nur schleimige Sekretion mit gelegentlichen Blutbeimengungen.

Die Symptomatik von Trachealtumoren ist nicht besonders charakteristisch, daher werden sie meist erst spät erkannt. Wegen der geringen Dyspnoe wird meistens nicht sofort eine Bron-

choskopie oder Röntgenuntersuchung durchgeführt. Auf diese Weise werden die malignen Tumoren der Trachea oft zu spät erkannt. Dyspnoe kommt am frühesten zum Vorschein. In den Fällen, die in der Mayo-Klinik beobachtet wurden war sie in 90 % vorhanden. Dyspnoe kann konstant oder paroxysmal sein. Oft ist sie lageabhängig. Sie äußert sich anfangs als Arbeits-Dyspnoe, meist beim Sporttreiben. In diesem Stadium wird zuerst nur an Asthma oder Emphysebronchitis gedacht.

Die Trachea ist den größten mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt und dementsprechend labil eingelagert. Bei jeder Bewegung des Halses, Drehung, Beugung, Streckung bewegt sie sich mit. Dadurch wird die Elastizität der Wand stark beansprucht. Sie muß alle Spannungen und den Druck im Lumen aushalten. Bei Dorsalflexion ist die Trachea in der Längsrichtung am meisten gedehnt, und das Lumen ist im sagittalen Durchmesser eingeengt. Wenn ein intraluminaler Tumor vorhanden ist, ist das Lumen sowieso verhältnismäßig eng. Es wird beim Beugen des Kopfes nach hinten noch kleiner und die Dyspnoe nimmt entsprechend stark zu, z. B. beim Schwimmen. Beim Vorwärtsbeugen des Kopfes werden die Beschwerden sofort aufgehoben. Manchmal macht sich die Dyspnoe bei solchen Bewegungen zum ersten Mal bemerkbar. Da das mittlere Drittel der Trachea bei allen Bewegungen am ausgiebigsten beansprucht wird, machen sich dort lokalisierte Tumoren bald bemerkbar.

Anfangs kann der Husten trocken und ohne Auswurf sein. Wenn der Tumor ulceriert oder das Lumen der Trachea füllt, ist ein schleimiger oder blutiger Auswurf sichtbar. Blutauswurf ist in etwa 44 % der Fälle zu finden. Auch Heiserkeit ist öfters vorhanden. Durch Wachstum des Tumors im Paratrachealbereich oder Infiltration der Lymphknoten ist der N. Vagus oder Recurrens im Tumorgebiet einbezogen.

Dietzel (1956) beschreibt unter anderem einen Patienten mit breitbasigem Granuloblastom, das sich im oberen Drittel der Trachea an der seitlichen und dorsalen Wand befand. Es war groß und füllte fast die ganze Trachea. Der Patient konnte beim Vorwärtsbeugen des Kopfes besser husten, da das Ex-

pectorat nicht herausgleiten konnte. Das Sekret stagniert und verursacht weiteren Hustenreiz, ein Circulus vitiosus, das nicht aufhört. Gefährlich wird es in Fällen, bei denen der Tumor ulceriert und jeder Hustenreiz eine weitere Ulceration setzt. Sickernde Blutungen geben Anlaß zu weiterem Husten. Die Blutung hört nicht auf und es wird wenig abgehustet. Die Folge ist Bronchientamponade und Erstickungsgefahr.

Bei einem anderen Patienten fand der Autor eine Lymphogranulomatose, welche hauptsächlich paratracheal lag. Das lymphogranulomatöse Gewebe war tumorartig breitbasig in die Hinterwand des mittleren und oberen Trachealabschnittes eingewachsen und ragte blumenkohlartig in das Tracheallumen vor. Die klinischen Symptome bestanden in Dyspnoe und starkem Husten, bei dem schleimiges Sputum mit wenig Blut zutage gefördert wurde. Bei Neigung des Kopfes nach hinten nahm die Dyspnoe zu. Bei einem plötzlichen Hustenanfall mit massiver Blutung in die Trachea erstickte der Patient. Die Blutaspiration hatte zur Bronchientamponade geführt.

Bei Lage der Tumoren an der Seitenwand sind die klinischen Symptome nicht so typisch. Aber wenn die Tumoren im mittleren Drittel oder im subglottischen Teil liegen, sind die Beschwerden sehr stark. Wenn die Tumoren in der Nähe der Bifurkation endothorakal liegen, macht die Dorsalflexion des Kopfes keine Beschwerden.

C) Therapie der Trachealtumoren

- a) gutartige Tumoren. Viele gutartige Tumoren können durch das Bronchoskop entfernt werden. Zwei Hämangiome der Trachea bei Kindern und ein kleines Endotheliom bei einem Erwachsenen wurden auf diese Weise entfernt. Bei großen Tumoren muß man einige Trachealringe durchschneiden. Es ist notwendig vor der Operation eine Tracheotomie zu machen. Dadurch wird die Dyspnoe beseitigt und eine intratracheale Anaesthesie ermöglicht. Bei Adenomen und gemischten Schleimtumoren oder Zylindromen ist es besser, die Mucosa mehrere Millimeter um den Tumor

herum einschließlich der Unterlage zu entfernen. Diese Tumoren sind gutartig, aber sie haben immer die Tendenz, zu rezidivieren.

b) palliative Therapie der Trachealkarzinome. Durch die Verlegung des Expektations- und Atemweges ist jeder Trachealtumor lebensbedrohlich. Deshalb ist eine radikale Entfernung oder Vernichtung der pathologisch veränderten Stelle unbedingt notwendig. Dafür kommen drei Methoden der Therapie in Frage (Niemeyer und Beckmann 1959):

"1. Strahlentherapie

2. Abtragung der ganz seltenen gestielten Karzinome auf endoskopischem Wege oder mittels Trachealfissur
3. bei ausgedehntem Befall der Wandung: die Teilresektion der Trachea mit End-zu-End-Anastomose oder Überbrückung des Defektes mit Fazie, Haut, Tantalum, bzw. einem Kunststofftubus."

In den meisten Fällen werden die Trachealkarzinome erst im späten Stadium erkannt. Der Zustand der Patienten gestattet es nicht mehr, eine transthorakale Trachealresektion durchzuführen. Außerdem ist es durch Sitz und Ausdehnung nicht mehr möglich, durch eine solche Operation das karzinomatös veränderte Gewebe vollkommen zu entfernen. Die Tumoren sind auch nicht genügend strahlensensibel. Die karzinomatös veränderte Trachealwand und Pars membranacea ist starr und die Cilien sind durch tumoröses Gewebe ersetzt. Dadurch kann ein wirksamer Hustenstoß nicht erzeugt werden und eine richtige Sekretelimination nicht zustandekommen. Die palliative Behandlung soll das Tracheallumen so weit offen halten, daß die Atmung und Sekretelimination nicht gestört werden. Die Geschwulstmassen werden endoskopisch sehr schonend entfernt damit die Trachealwand erhalten bleibt. Mit einer langen Kanüle wird die Trachea über mehrere Wochen aufbougiert und man versucht, das Lumen etwa 9 mm Ø weit offen zu halten. Biesalski und Köhler (1958) haben eine biegsame Kanüle aus Polyvinylchlorid entwickelt, die man in jede beliebige Länge oder Gestalt bringen kann. Die äußeren und inneren Flächen

sind so glatt, daß sie leicht einzuführen ist und keine Sekretretention oder Gewebsreizung verursacht.

Die Tumoren der oberen Trachea kann man bestrahlen. Voraussetzung dafür ist, daß die Hinterwand vom Tumor nicht befallen ist. Wenn bereits die Pars membranacea angegriffen ist, soll man mit der Bestrahlung sehr vorsichtig sein, denn dadurch kann das tumoröse Gewebe der Pars membranacea zerfallen und eine Oesophagus-Tracheal-Fistel zustandekommen. In solchen Fällen ist es besser, zytostatisch zu behandeln. Sehr geeignet ist Endoxan mit seinem günstigen therapeutischen Index. Gleichzeitig werden hohe Dosen von Vitamin-B-Komplex und Vitamin C verabfolgt. Während jeder zytostatischen Behandlung besteht die Gefahr der Leukopenie. Niemeyer und Beekmann raten daher, die Patienten gleichzeitig mit Prednisolon zu behandeln. Feste Regeln gibt es nicht. Der Arzt muß von Fall zu Fall entscheiden und die passende Therapie für jeden einzelnen Patienten finden.

Veränderungen an der Trachealwand und im Paratrachealraum

A) Lues

Die Folgen der Lues der Luftröhren sind schon lange bekannt. Nicolai (1919) berichtete über einen Fall von Luftröhren-Syphillis, bei welcher es im Laufe der Zeit zu einer Stenose der Luftröhre kam. Fraenkel (1925) berichtete über einen Fall, bei dem es durch Salvarsanbehandlung zu einer Narbenbildung und Schrumpfung der Luftröhre kam. Herzog und Conrad (1955) schreiben über einen Fall der Lues der Luftröhre, bei welchem es nach Penicillinbehandlung zur Narbenbildung und Stenose kam, was dann zum Erstickten führte: 1931 war diese Lues entdeckt und mit Salvarsan behandelt worden. 1953 bekam der Patient eine schwere Grippe mit Husten und stinkendem Auswurf. Er hatte leichte Temperaturen mit Nachtschweiß, außerdem wurden Leberschwellung und Ikterus festgestellt. Die Luesreaktion war wieder positiv. Nach Penicillinbehandlung gingen die Temperaturen und die Gelbsucht zwar zurück, aber der Patient bekam einen inspiratorischen und expiratorischen Stridor. Temperaturen und Atemnot stiegen erneut an und der Patient starb plötzlich an Erstickung. Der Sektionsbefund zeigte eine gummöse Lues der Trachea mit Knorpelnektrose und narbiger Schrumpfung. Die Lichtung war durch kapillarreiches Granulationsgewebe verschlossen. Die Autoren raten deshalb bei Penicillinkuren alter Luesfälle mit Vorsicht zu behandeln, da durch rasche Einschmelzung der spezifischen Prozesse der Zusammenbruch des Stützgewebes - in diesem Fall der Trachea - unter Umständen sogar beschleunigt wird.

B) Posttuberkulöse Bronchusstenose

Beim pulmonalen Primäreffekt des Kindes kommt es immer zu einer tuberkulösen Entzündung der parabronchialen Lymphknoten. Dies bleibt oft unbemerkt. Die zunehmende Größe des zentralen eitrig-käsige einschmelzenden Lymphknotens mit der gleichzeitigen entzündlichen Reaktion der Umgebung kann eine erhebliche Kompression der Bronchien verursachen. Auch die Luftröhre und die Speiseröhre können

komprimiert werden. Das kann bis zu akuten Erstickungserscheinungen und Schluckbeschwerden führen. Über solche Fälle haben Vosschulte (1958) und Giraud (1962) berichtet. Aber normalerweise ist der Vorgang nicht akut. Im floriden Stadium beginnt die Stenosierung des Bronchus pelottenartig durch einen Druck von einer Seite. Die Bronchialwand ist noch gesund. Der Stenosierungsvorgang ist bis dahin noch reversibel. Aber wenn der spezifische Prozeß von den Lymphknoten auf die Bronchialwand übergreift, werden die Knorpelspannen durch tuberkulöse Chondritis zerstört. Dadurch resultiert eine Stenose der Bronchialwand. Später wird durch eine Narbenschumpfung die Stenose noch enger.

Manchmal kommt es durch eine Schleimhaut-Tuberkulose, die rein endobronchial verläuft, zur irreversiblen Einengung des Lumens. Auf diese Weise hat die Bronchusstenose folgende Gründe (Dortemann 1963):

- a) Reversible Stenose durch Druck von außen auf die gesunde Bronchialwand
- b) irreversible Stenose durch extrabronchiale narbige Umklammerung des gesunden Bronchialrohres
- c) irreversible Stenose durch Zerstörung der Knorpelringe und nachfolgende narbige Schumpfung des Bronchialrohres.

C) Tuberkulös befallene Lymphdrüsen

Kugel (1950) berichtet über einen 14jährigen Jungen, der immer wieder kurzdauernde, aber bedrohliche Erstickungsanfälle erlitt. Der Patient wurde anfangs in einem anderen Krankenhaus mit Beruhigungsmitteln und intravenösen Gaben von Calcium behandelt. Als der Zustand sich nicht besserte, wurde er in sehr reduziertem Zustand ins Krankenhaus rechts der Isar eingewiesen. Auskultatorisch war ein verschärftes Atemgeräusch, besonders bei Expiration zu hören. Außerdem hatte er starke Cyanose und Schweißausbrüche. Die Ausatmung war sehr erschwert, der Kreislauf schlecht. Die Bronchoskopie zeigte zeigte eine Stenose 2 cm oberhalb der Bifurkation. Die Schichtaufnahmen zeigten eine kleinapfelgrosse Drüse in

diesem Bereich. Nach Eröffnung des Thorax fand man in der Höhe der Bifurkation einen faustgroßen, knolligen Tumor. Es handelte sich um eine zentral erweichte Lymphdrüse. Die histologische Untersuchung zeigte eine käsig produktive Tuberkulose. Die Ablösung des Tumors von der Umgebung, d. h. vom Hauptbronchus, Trachea und den großen Gefäßen gelang nicht vollständig. Die Drüse eröffnete sich dabei und es entleerte sich dünnflüssiger Eiter und käsige Nekrosemassen. Der drüsige Tumor wurde so weit wie möglich extirpiert. Eine Kontrolltomographie kurz vor der Entlassung zeigte die freie Durchgängigkeit der Trachea ohne sichtbare paratracheale Drüsen. Die vergrößerte Drüse hatte durch Kompression der Trachea zu Stenoseerscheinungen - nämlich den beschriebenen Erstickungsanfällen - geführt. Nach 4 Wochen Krankenhausaufenthalt konnte der Patient beschwerdefrei entlassen werden.

D) Lymphogranulomatose

Niemeyer und Beckmann (1959) berichten über einen 33jährigen Patienten mit mediastinalem Hodgkin, welcher in die Trachea eingebrochen war. Die tumoröse Masse wurde in einer internen Krankenhausabteilung mehrmals endoskopisch entfernt. Obwohl der Patient immer noch in gutem Allgemeinzustand war, erstickte er plötzlich und man fand einen festen Sekretpfropf, der eine tiefsitzende Stenose verstopft hatte.

Wie schon früher erwähnt, berichtete Dietzel (1958) über eine Lymphogranulomatose, die hauptsächlich paratracheal lag und blumenkohlartig in das Tracheallumen ragte. Der Patient litt unter Dyspnoe und starkem Husten.

E) Vergrößerte Schilddrüsen

Die vergrößerten Schilddrüsen üben oft einen Druck auf die Trachea aus und verengen das Lumen mit den üblichen Folgen von Dyspnoe.

F) Congenitale Zysten

Sie können durch Druck auf die Trachea zu akut bedrohlichen Erscheinungen führen. Jede wachsende Zyste kann einen aku-

ten Erstickungsanfall auslösen. Paratrachealzysten sind wiederum häufig mit anderen Entwicklungsstörungen gekoppelt, z. B. mit Pericardialdefekten (Johnes 1955), Spina bifida, Lungendegeneration (Huizinga und Smelt 1949) und Herzfehlern (Ravitch und Hardy 1949, Schütz 1956). Balas (1962) beobachtete 2 Arten von Trachealzysten. Zysten bei intaktem Knorpelgerüst und solcher, die mit Anomalien des Knorpelgerüsts vergesellschaftet waren. Blackader und Evans (1911) berichten über eine Paratrachealzyste eines 9 Monate alten Kindes. Sie war mit der Trachea nicht verwachsen, aber komprimierte diese (Zitat nach Balas). Exalto und Waldeck (1949) berichten über einen ähnlichen Fall bei einem 6jährigen Kind. Eine paratracheale Zyste komprimierte die Trachea oberhalb der Bifurkation. Das Kind hatte Atemnot mit grünlichem Sputum. Balas (1962) berichtet über die paratracheale Zyste eines 8 Monate alten Kindes, die durch Kompression der Trachea zur Erstickung führte. Es ist auffallend, daß in den meisten Fällen der bronchoskopische Befund dabei negativ ist.

Sogar der Röntgenbefund dieser meist dünnwandigen Zysten wird auf normalen AP-Aufnahmen oft übersehen. Das breite Mediastinum der Säuglinge oder Thymusvergrößerungen verschleiern das Bild. Nur Tomogramme bringen dünnwandige Zysten gut zur Darstellung. Jede anhaltende strideröse Atmung bei Säugling und Kleinkind sollte daher zur eingehenden Röntgenuntersuchung Veranlassung geben. Die Mehrzahl der angeborenen Trachealzysten liegen rechts im mittleren Mediastinum und zeigen ein sehr langsames Wachstum. Bei starkem Innendruck kann die Zyste ihren Inhalt durch mikroskopische Wandöffnungen in die Luftwege entleeren und so erheblich in ihrer Größe und damit auch in der Symptomatik schwanken. Balas warnt vor diagnostischen Funktionen wegen der großen Infektionsgefahr, rät aber bei allen einmal diagnostizierten Zysten zur operativen Entfernung. Die Prognose ist durch die jederzeit möglichen und ganz plötzlich auftretenden bedrohlichen Stenosierungserscheinungen immer ernst. Genauso wie Zysten wirken auch

alle anderen pathologischen Veränderungen im Paratrachealraum auf die Luftwege ein.

G) Congenitale Gefäßmißbildungen

In manchen Fällen liegt vor der Trachea ein dicker Arterienstamm, aus dem die A. carotis communis rechts und links entspringen. Sie liegen y-förmig um die Trachea. Wenn die Gefäße kurz und gespannt sind, üben sie einen Druck auf die Luftröhre aus, welcher bei Säuglingen sehr gefährlich werden kann. Sie erzeugen Atemstörungen mit rasselndem Stridor (Gall 1962).

Bronchusruptur

Die traumatische Bronchusruptur ist ein seltenes Ereignis, auch wenn sie seit langem immer wieder in der Literatur beschrieben worden ist. Als Erster hat Webb im Jahre 1848 eine Bronchusruptur beschrieben. 1862 beobachtete und beschrieb Bieremer ausführlich einen Bronchusabriß: Ein 33jähriger Fuhrknecht wurde von einem beladenen Frachtwagen überfahren. Der linke Hauptbronchus war abgerissen.

Im Jahre 1912 beschrieb Schönberg die Symptome und Behandlungsmethoden. Ein Jahr zuvor hatte Tiegel (1911) über die Querverletzung und den Versuch einer zirkulären Bronchusnaht berichtet. 1914 konnte Vierheilig aus der Würzburger Klinik 16 Fälle zusammenstellen, die alle tödlich verlaufen sind. Die Sektionsbefunde wurden ausführlich beschrieben. Auch er erwähnte dabei einen Fall, bei welchem am Lebenden ein Bronchusriß genäht worden ist. Krinitzki berichtete 1927 über den Sektionsbefund einer 31jährigen Frau, die im Alter von 10 Jahren unter ein gefülltes Weinfäß geraten war, was zur Ruptur des rechten Bronchus geführt hatte. In den folgenden Jahren hatte die junge Patientin verschiedene Pleuritiden durchgemacht; überlebte die Ruptur, die im Leben undiagnostiziert geblieben war aber immerhin fast 20 Jahre.

1931 berichtete Nissen über einen Fall einer Bronchusruptur: ein 12jähriges Mädchen wurde überfahren. Zur Zeit der Einweisung hatte sie Mediastinalemphysem und linksseitigen Spannungspneumothorax. Das Mediastinum wurde durch eine juguläre Incision entlastet und die Pleurahöhle drainiert. Im Laufe der Zeit entwickelte sich infolge einer Stenose und Fistel des linken Hauptbronchus ein Pkeuraempyem und Bronchiektasen der linken Lunge. Eine Totalextirpation des Lungenflügels wurde vorgenommen.

Mit der Entwicklung des Straßenverkehrs haben alle Thoraxverletzungen und damit auch die Bronchusrupturen erheblich zugenommen. Nach der Statistik an der Heidelberger Chirurgischen Universitätsklinik hat sich z. B. die Zahl der Thoraxverletzungen in den letzten 16 Jahren verdreifacht (Zenker 1956). Die Behandlung hat jedoch keine entsprechenden Fortschritte gemacht (Streicher). Bei 14 % aller tödlichen

Verkehrsunfälle ist eine Thoraxverletzung die Todesursache. Lungenblutungen und -risse sind bei stumpfen Thoraxtraumen häufiger als Bronchusrupturen. Letztere haben aber insofern besondere Bedeutung, als sie unbehandelt stets zum Tod führen, bei rechtzeitiger Versorgung aber unter Erhaltung der Lungenfunktion geheilt werden können.

Bis zum Jahr 1947 sind insgesamt 40 Fälle von Bronchusruptur bekannt geworden; nur wenige konnten die Verletzung überleben. Meist handelte es sich um eine Ruptur des Hauptbronchus nahe der Carina. Seit 1947 sind in der Literatur 80 Fälle von Bronchusruptur erwähnt, die den Unfall überlebten (Kinsella und John Srud, Matthes, Wulff und Mitarbeiter, Hood und Sloan).

Durch operative Entfernung der an sich gesunden Lunge konnte eine ganze Reihe von Patienten mit Bronchusruptur gerettet werden, (Nissen, Rienhoff, Kinsella und Johnsrud, Holinger und Mitarbeiter, Hodes und Mitarbeiter, Paulson), sodaß Kirkpatrick im Jahre 1950 die Pneumonektomie sofort nach dem Unfall als Therapie der Wahl bezeichnete. Er beschrieb einen Fall, in welchem ein 13jähriger Knabe überfahren wurde. Es kam zum Abriß eines Hauptbronchus und Spannungspneumothorax. Durch Pneumonektomie konnte das Leben des Patienten gerettet werden. Griffith berichtete im Jahre 1949 als Erster über die erfolgreiche Rekonstruktion der Kontinuität eines Bronchus, der nach partieller Ruptur stenotisch geworden war: Bei einem Autounfall erlitt eine 37jährige Frau eine "Fraktur" des linken Hauptbronchus. Es war eine Fraktur der Knorpel, aber die Schleimhaut und der membranöse Teil waren intakt. Deswegen kamen die klinischen Symptome des Abrisses nicht zum Vorschein. Die verletzte Stelle wurde reseziert und eine End-zu-End-Anastomose durchgeführt. 7 Monate nach dem Unfall war die Anastomose geheilt. Scannel übernahmte im Jahre 1951 eine Bronchus-Läsion bei einem 10jährigen Jungen und deckte die Naht mit Pleuralappen. Innerhalb von 16 Tagen heilte die Wunde. Der Patient konnte entlassen werden. Weisel und Jake (1953) berichten über eine komplette Bronchusruptur bei einem Autounfall. 46 Tage nach dem Unfall

wurde der rechte Hauptbronchus erfolgreich in die Trachea reimplantiert. Obwohl die Lunge 7 Wochen lang unbelüftet war, kam die Funktion nach der Anastomose wieder in Gang.

Bronchusrupturen finden sich vorwiegend bei jüngeren Leuten, die einen elastischen Thorax haben (Hasche 1953). Bei älteren Leuten mit verhältnismäßig starrem Thorax sind sie selten. Bei perforierenden Verletzungen kommen sie fast nie vor. Bei ihnen ist eine Bronchusruptur nur dann möglich, wenn der Bronchus direkt betroffen wird.

A) Ursachen der Bronchusruptur

Etwa 60 % der Bronchusrisse kommen bei Verkehrsunfällen vor (Streicher 1962). Es ist selten, daß Lungenparenchym und Gefäße gleichzeitig verletzt sind. Rippenfrakturen kommen in 50 % der Fälle vor. Ganz typische Unfalls-Mechanismen sind Stoß gegen den Thorax, Überfahrenwerden, Anprall des Autofahrers gegen das Steuerrad und die Lenksäule. Thoraxquetschungen kommen in etwa 20 % der Fälle vor (Eisenbahnpußer, Verschüttungen, umstürzende Wagen). Sturz aus großer Höhe, Schuß- und Stichverletzungen sind auch manchmal Ursache der Bronchusverletzung. 4 Fälle von Bronchusabriß durch Bronchoskopie und 2 Fälle während eines intrathorakalen Eingriffs sind bekannt. In 10 % aller Straßenverkehrsunfälle resultieren Thoraxverletzungen.

B) Verletzungsmechanismus

Für den Verletzungsmechanismus werden verschiedene Theorien ins Feld geführt (Hasche 1953). Nach Ansicht Sauerbruchs kann eine stumpfe Gewalteinwirkung auf den Thorax zur Ruptur des Lungenparenchyms und zum Abriß der Bronchien und des ganzen Lungenstiels führen. Durch reflektorischen Glottisverschluß und gleichzeitige Einengung des Brustinnenraumes kann die Luftröhre rupturiert werden (Berstungsrupturen). Zuckermann hat durch Tierversuche nachgewiesen, daß der reflektorische Glottisverschluß für die Luftstoßverletzung ohne Bedeutung ist, entscheidend ist die flächenhafte stumpfe Gewalteinwirkung. Rößle (1947) und Desaga (1944) beobachteten im 2. Weltkrieg "Luftstoßver-

letzungen" bei Sprengstoffdetonationen. Sie fanden Einrisse in die Pleura und Lunge, Blutungen im Lungengewebe und Rupturen von Bronchien (Platzungsstellen.) Keine äußere Verletzung war zu sehen. Die Autoren meinen, daß die Luftstoßverletzung nicht durch das Eindringen des Luftstoßes oder des Sogs in die oberen Luftwege stattfindet, sondern "durch das Auftreggen der Druckwelle auf die Körperoberfläche". Tiegel (1911) ist der Ansicht, daß die Ruptur verursacht wird durch "keilförmiges Hineingetriebenwerden der nachgiebigen Mittelpartie der Brustwand" zwischen die beiden Lungen. Die Lungen werden dadurch auseinander gedrängt und die Bronchien zerreißen. Schönberg (1912) meint, daß die Keilwirkung eine Platzung verursacht und keine Zerreißen. Vierheilig (1914) ist der Ansicht, daß bei Einwirkung einer stumpfen Gewalt in sagittaler Richtung der ventrodorsale Thoraxdurchmesser kürzer, der bilaterale aber verlängert wird. Da die Lunge sich mit der Thoraxwand seitlich bewegen muß, werden die Bronchien überdehnt und zerreißen.

C) Symptome der Bronchusruptur

Die Symptome der Bronchusruptur sind uncharakteristisch. Der Patient befindet sich in einem schlechten Allgemeinzustand. Im Vordergrund stehen Schmerzen, Dyspnoe, Cyanose und Kollaps. Bei der intramediastinalen Bronchusruptur kommt ein Mediastinalemphysem zustande, welches zu einem Hautemphysem führt. Bei der extramediastinalen Bronchusruptur kommt es zu einem Pneumothorax oder sogar Spannungspneumothorax. Mediastinalemphysem und Spannungspneumothorax sind beide sehr gefährlich.

a) Typisch beim Mediastinalemphysem sind:

schwerste Atemnot, Beklemmungsgefühl, gedunsenes Gesicht, Cyanose, obere Einflußstauung mit praller Füllung der Halsvenen und der Venen an Schulter und Arm, absinken des arteriellen Blutdruckes, sowie schließlich ein kleines, aus dem Mediastinum in das Jugulum aufsteigendes Luftkissen. Die Gefäße, die zum Herzen

führen werden stark komprimiert, was wiederum die Ernährung des Myocards stört und zum Tod führen kann. In einem solchen Fall soll man sofort kollare Mediastinotomie machen: Haut und Platysma werden oberhalb des Jugulums durchtrennt, die Bindegewebsräume des vorderen Mediastinums hinter dem Sternum durch den Zeigefinger eröffnet. Mit Blut vermischte Luft entweicht und der Patient merkt große Erleichterung.

b) Spannungspneumothorax

Beim Einatmen öffnet sich die Verletzungsstelle, wodurch Luft in den Pleuraspalt eintritt. Beim Ausatmen kann die Luft nicht zurück, weil die Öffnungsstelle durch Blutgerinnsel und Gewebefetzen verschlossen wird. Die Luft im Pleuraraum nimmt ständig zu und dadurch kollabiert die Lunge mehr und mehr. Das Mediastinum wird zur gesunden Seite verschoben, die gesunde Lunge komprimiert und das Gefäßbündel knickt ab. Der Kreislauf verschlechtert sich rasch. Der Puls ist klein und schnell, der Blutdruck fällt ab. Der Patient leidet unter schwerer Atemnot. Die verletzte Seite steht in Inspiration und bewegt sich beim Atmen nicht mit. Man hört hochsonoren Klopfeschall ohne Atemgeräusch, selten leises Bronchialatmen der Gegenseite. Sofortige Hilfe kann geleistet werden, wenn man eine dicke Kanüle einführt. Der Druckunterschied gleicht sich aus, die kollabierte Lunge nimmt ihre normale Lage wieder ein, und die Atmung normalisiert sich.

c) Schock

Es besteht eine Erschlaffung der intestinalen Gefäße, die Peripherie ist relativ blutleer, das Herz pumpt leer und die Vital-Organen, besonders das Gehirn, leiden unter Blutmangel. Dazu kommt bei der Trachealruptur die mögliche Blutung. Hier ist sofortiges Handeln notwendig:

1. durch Infusion. Da Blut am Unfallort meist nicht vorhanden ist, eine Bluttransfusion auch nur bei genauer Kenntnis der Blutgruppe des Verletzten durchgeführt werden kann, soll man sofort Plasma, Periston, Plasmagel oder Macrodex i.v. verabfolgen.

2. durch Schmerzbekämpfung. Als Schmerzmittel soll man 0,01 g Morphinum mit Atropin intravenös geben. Es nützt nichts subkutane oder intramuskuläre Injektionen zu geben, da bei Schockzuständen die peripheren Gefäße so wenig durchblutet sind, daß eine genügende Resorption der Medikamente nicht stattfindet. Durch die Schmerzlinderung wird der Atmungsvorgang leichter und durch die Ruhigstellung der Sauerstoffbedarf geringer.
3. Von Kreislaufmitteln muß im Allgemeinen abgesehen werden, weil sie plötzliche Blutdrucksteigerungen verursachen, die die Blutung noch mehr fördern und häufig als Gegenregulation einen irreversiblen Blutdruckabfall zur Folge haben.

D) Behandlung der Bronchusruptur

Im letzten Jahrzehnt haben die Erfolge der operativen Behandlung der Luftröhre erheblich zugenommen. Die frischen Bronchusrisse oder die volle Durchtrennung des Bronchus oder der Trachea können jetzt operativ behandelt werden. Kleine Risse werden übernäht und bei vollkommener Durchtrennung wird eine End-zu-End-Anastomose gemacht. Alte Luftröhrenverletzungen können durch Stenosierung der Narben erhebliche Atemnot verursachen. Auch in diesen Fällen wird jetzt eine Resektion der Stenose durchgeführt und eine End-zu-End-Anastomose gemacht. Die Einzelheiten darüber werden später besprochen.

Streicher (1962) berichtet über einen 22jährigen Maurer, der aus einer Höhe von 3,5 m abstürzte. Bei der Einweisung in die Klinik war er in einem schweren Schock. Er hatte keine Dyspnoe, keine Atembeschwerden, keinen Pneumothorax, kein Mediastinal- oder Hautemphysem. Im Laufe der Zeit konnte man eine Dämpfung an der rechten Lunge feststellen und der Patient bekam Atemnot. Am 19. Tag nach dem Unfall trat plötzlich Cyanose und Dyspnoe auf. Röntgenologisch war eine Atelektase der rechten Lunge festzustellen. Die Bronchoskopie zeigte eine fast vollständige Stenose des rechten Stammbronchus dicht hinter der Bifurkation. Das wies auf Bronchusabriß beim Unfall

hin. Am 22. Tag nach dem Unfall wurde die 2 1/2 cm lange Stenose reseziert. Ein ovales, der Größe des Bronchus entsprechendes Fenster wurde in der Trachea gebildet. Die Anastomose wurde durch ausstülpende, möglichst extra-muköse U-Nähte mit Supramid so ausgeführt, daß die Schleimhaut überall vollständig nach Knüpfen der Naht adaptiert war. Die Nahtstelle wurde mit Pleura gedeckt. Postoperativ wurde die rechte Lunge gut funktionsfähig und es trat keine Stenose des Bronchus auf. Dieser Fall zeigt, wie ein Bronchusrisik lange Zeit ohne typische klinische Symptome verlaufen kann. Atemnot und Cyanose traten erst dann auf, als die rechte Lunge atelektatisch wurde.

Kugel (1961) berichtet über einen 25jährigen Soldaten, der bei einem Autounfall eine Pfählungsverletzung erlitt. Die Trachea war dicht oberhalb des Jugulums quer durchtrennt und der distale Teil hinter den Aortenbogen retrahiert. Im örtlichen Lazarett war eine End-zu-End-Anastomose und eine Tracheotomie darunter ausgeführt worden. Am darauffolgenden Tag wurde der Patient cyanotisch und bewußtlos. Er wurde in einem Hubschrauber in das Krankenhaus rechts der Isar gebracht. Die Untersuchung zeigte einen rechtsseitigen Pneumothorax und eine Blutaspiration in beiden Lungen. Der Pneumothorax wurde durch Saugdrainage beseitigt, die Wunde revidiert und offen gelassen. Postoperativ trat keine Stenose auf. Nach 3 Wochen war der Patient beschwerdefrei.

Bücherl und Koch (1957) berichten über eine ungewöhnliche Verletzung des Brustkorbes und der Luftröhre bei einem 44jährigen Reiter, der bei einem Sturz sehr unglücklich unter sein Pferd geraten war. Es trat eine starke Ventilationsstörung und Hämtemphysem auf und kam zum Herzstillstand, der erfolgreich behandelt wurde. Der Puls war noch fühlbar. Die Röntgenaufnahme zeigte Rippenfrakturen und einen weitgehenden Kollaps der linken Lunge mit Hämatothorax der linken Seite. Außerdem fand sich ein Retroperitoneum links und ein Pneumomediastinum. Deswegen wurde eine intramediastinale Trachea, bzw. Bronchus-

verletzung angenommen. Bei der Darstellung des linken Bronchialsystems durch Bronchographie wurde der Puls schlechter. Das Kontrastmittel wurde sofort abgesaugt und dabei kam es zum Herzstillstand, der durch Herzmassage beseitigt werden konnte. Mit Hilfe endobronchialen Überdruckes wurde dann ein rundes Loch von 5 mm Durchmesser im linken Hauptbronchus festgestellt. Es wurde durch U-Knopfnaht geschlossen und mit Lungenparenchym gedeckt. Durch eine dicke Kanüle wurde die Luft aus dem Mediastinalraum abgesaugt. Die Ursache des Herzstillstandes war die plötzliche Herabsetzung des Sauerstoffgehaltes des arteriellen Blutes durch das Absaugen des Kontrastmittels. Der Sauerstoffgehalt war ohnedies schon durch den Ausfall der linken Lunge gering gewesen.

Plastische Rekonstruktion des Tracheobronchialbaums

Historisches

Schon Ende des letzten Jahrhunderts wurde versucht, Defekte im cervicalen Abschnitt der Trachea zu überbrücken. An den thorakalen Abschnitten der Trachea konnten operative Eingriffe aber erst versucht werden, nachdem durch die Methoden Sauerbruchs die physiologischen Verhältnisse im Thorax während des Eingriffs hergestellt werden konnten. Erst nach dem 2. Weltkrieg wurde systematisch an Trachealplastiken gearbeitet.

Gluck und Zeller (1881) beschrieben die erste experimentelle Anastomose der Trachea. Um eine Bronchopneumonie nach einer Larynxoperation zu vermeiden, trennten sie die Trachea eines Hundes zwischen dem 3. und 4. Knorpelring und brachten die beiden Enden an die äußeren, gegenüberliegenden Seiten des Halses. Bei einigen Hunden wurde nach 4 Tagen eine Laryngotomie durchgeführt. Bei anderen wurden die Enden der Trachea nach längerer Zeit frei präpariert und wieder zusammengenäht. Die Tiere überstanden den Eingriff und die Wunden heilten ohne besondere Komplikationen.

1884 resezierte und anastomosierte Kuester eine Trachea bei einem Menschen wegen einer Stenose, worüber Colley berichtet. Um diese Zeit hatten die Chirurgen häufig mit Trachealstenosen zu tun. Die Diphtherie war epidemisch und bei Suiciden ereigneten sich immer wieder Trachealverletzungen. Inspiriert von Kuesters Fall führte Colley 1895 eine Serie der Trachealresektionen bei Hunden durch. In 5 Fällen wurden 3 Knorpelringe der Halstrachea reseziert und die Enden mit Seide oder Catgut zusammengenäht. 3 der Hunde bekamen Stenosen. Um diese zu beseitigen wurde durch 5 Knorpelringe hindurch eine schräge Incision gemacht und eine elliptische Anastomose durchgeführt. Trotz Verstärkung mit Silberdraht wurde der vordere Teil der Trachealwand locker und verlegte das Tracheallumen. Schließlich wurden die vordere und hintere Hälfte der Trachea in verschiedene Ebenen getrennt und durch eine vertikale Incision verbunden. Auf diese Weise waren vordere und hintere Nahtlinie verschoben und konnten trotz Narbenbildung keine Atembehinderung verursachen.

Später beschrieben Eiselberg (1896), Föderl (1896) und Hacker (1902) die Resektion der Trachea bei Menschen. Es gab in den folgenden Jahren mehrere solche Fälle (Nowakowski 1909).

Im Allgemeinen wurden durch zirkuläre Incisionen Tracheastücke von 2 - 4 cm reseziert. Als Nahtmaterial wurde Catgut bevorzugt.

Bei Untersuchungen an Leichen stellte Nowakowski fest, daß es bei normaler Lage des Halses möglich ist, 3 - 4 cm der Trachea zu entfernen und eine End-zu-End-Anastomose durchzuführen. Bei 2/3 der Versuche konnten sogar 5 cm der Trachea reseziert werden.

Wenn der erkrankte Bezirk der Trachea zu lang war, um resezieren zu können, wurde ein Teil der Circumferenz entfernt (Bruns 1898). Viele geniale Methoden wurden entwickelt, um große tracheale Defekte zu decken. 1896 empfahl König die Anwendung von Hautlappen, welche ein Stück Thyroidknorpel enthielten. Andere Methoden bestanden aus Hautlappen mit einem Teil des Sternums oder der Clavicula (König 1897). Tyrnka (1900) versteifte die Hautlappen vorübergehend mit Nadeln, Grosse (1901) benutzte Silbernetze. 1903 berichtete Niehues von Mangoldt, der ein Stück Rippenknorpel frei transplantiert hat.

Wenn der Defekt nicht mehr als 1 cm der Trachealcircumferenz ausmachte, wurden auch freie Fascientransplantate mit einigem Erfolg durchgeführt. Eigentlich überlebte das Transplantat nicht, aber es wurde durch Bindegewebe ersetzt und war nach 2 - 3 Wochen mit respiratorischem Epithel überdeckt.

Schwierigkeiten der trachealen Defektüberbrückung

Da die Trachea ein stabiles, knorpeliges Rohr ist, lassen sich kleine Defekte leicht überbrücken, größere dagegen werfen schwierige Probleme auf. Wenn der Defekt über die halbe Zirkumferenz der Trachea reicht, muß das Transplantat so steif sein, daß es nicht kollabiert. Beim Einatmen nimmt der Druck in der Trachea genau so ab wie in der Lunge. Wenn das Rohr nicht steif genug ist, besteht immer die Ge-

fahr, daß es bei Inspiration kollabiert. Außerdem besteht eine feste Beziehung zwischen Zirkumferenz der Trachea und gesamten Lungen-Parenchym. Für eine gute Belüftung der Lunge braucht man eine normal weite Trachea. Wenn durch Schrumpfung oder Kollaps eines Transplantates die Trachea enger wird, leidet dadurch die Luftversorgung des Lungenparenchyms. Bei der Transplantation der zervikalen Trachea ist es ein Vorteil, daß ihr die Haut und der Muskelmantel nah liegt und dadurch die gestielten Lappenplastiken hier verhältnismäßig leicht durchzuführen sind. Bei der thorakalen Trachea ist dies schwieriger, weil sie von Haut und Muskelmantel entfernt liegt. Bei Transplantationen am Oesophagus kann man diesen temporär ausschalten und parenteral Nahrung zuführen. Eine temporäre Ausschaltung der Trachea ist dagegen nicht möglich. N.Laryngicus und N.Vagus verlaufen dicht neben der Trachea. Bei jedem Eingriff an der Trachea ist die Schonung beider Nerven ein Problem, das besonders bei Resektionen schwierig ist. Durch eine doppelseitige Parese des N.recurrens kommt ein Stridor zustande und es muß eine Tracheotomie gemacht werden. Ist der N.Laryngicus cranialis beiderseits paretisch geworden, so kommt durch die Sensibilitätsstörung des Kehlkopfes dauerndes Verschlucken zustande. Ist der N.Vagus (er versorgt Herz und Magen) irgendwo ins Operationsgebiet mit einbezogen, dann führt dies zu Störungen der Herz- und Magenfunktion. Bei Tierexperimenten und auch bei Menschen haben zahlreiche Autoren beobachtet, daß Transplantate oft als Fremdkörper agieren und im Laufe der Zeit durch dauernde Reizung des Mediastinums oder der benachbarten Organe zu Mediastinalemphysem, Mediastinitis, Spannungspneumothorax, Pleuraempyem, etc. führen. Da bei den Transplantaten die Flimmer-epithelien fehlen, entsteht immer eine Störung des Sekrettransportes oralwärts, und es resultiert also stets eine Sekretstauung. Eine direkte End-zu-End-Anastomose hat demgegenüber den Vorteil, daß sie die Organabschnitte verbindet, die gleiche anatomische Struktur hat und beinahe dieselbe Weite besitzt. Der Nachteil ist, daß bei größeren Defekten die Tra-

chea so in die Länge gezogen ist, daß sie enger wird (Matthes). Eine engere Trachea führt, wie oben schon erwähnt, immer zu chronischem Sauerstoffmangel, da sie das Lungenparenchym nur ungenügend versorgen kann.

Die Elastizitäts-Reserve der Trachea beträgt 20 - 45 bei einer durchschnittlichen Länge von etwa 10 - 12 cm (Sperlich, 1962). Bei einer Resektion der Trachea kann man beide Enden mobilisieren und eine Anastomose durchführen. Diese Mobilisierung ist aber begrenzt, da keine entsprechende Mobilisierung des Larynx und der Lunge nicht möglich ist. Verschiedene Autoren haben die maximale Resektionslänge der Trachea bei Leichen, Lebenden und Tieren untersucht. Nowakowski's Untersuchung an Leichen zeigte, daß man die Trachea 3 - 4 cm resektieren und ohne besondere Spannung End-zu-End anastomosieren kann. Rob schlug nach Versuchen an Leichen eine Resektionslänge von 2 cm vor. Gordani und Nach-Rothman meinen, daß man an Lebenden die Trachea 2 - 4 cm resektieren kann. Sâlek's Vorschlag ist 2 - 3,5 cm, Ferguson's 17 - 35 %. Die maximale Resektionslänge nach Métras ist bis 6 cm. Bei Hunden ist sie nach Ferguson 8,8 cm und nach Maisel-Dingwal 5,7 cm.

Hauptindikationen für wiederherstellende chirurgische Eingriffe am Tracheobronchialbaum (Matthes 1956).

1.) Stenose

- a) traumatisch
- b) fibrös (tuberkulös, entzündlich, metatraumatisch)
- c) chondromalakisches
- d) Kompression durch Lymphknoten von außen.

2.) Gutartige Tumoren

- a) Adenome
- b) Papillome
- c) Fibrome
- d) Chondrome
- e) Lipome

3.) Bösartige Tumoren

- a) lokalisierte maligne Adenome
- b) noch lokalisierte polypös wachsende Tracheal- und Bronchial-Carcinome
- c) auf die Carina oder die Trachea übergreifende hilusnahe Bronchial-Krebse.

In eine brauchbare Prothese sind folgende Forderungen zu stellen (Römer 1961):

- 1.) Lecksicherer Einbau
- 2.) Rascher Anschluß des Deckgewebes an das umgebende Gewebe
- 3.) Unzerreißbarkeit des Prothesenbezuges bei physiologischer Belastung
- 4.) Frühzeitige Epithelisierbarkeit der Innenfläche und damit Garantie für den Sekrettransport
- 5.) Ausschluß von Früh- Stumpf- und Narbenstenosen
- 6.) Bleibende Rigidität der Zylinderwand bei entsprechender Flexibilität und Elastizität
- 7.) Gewebefreundlichkeit des Stützmaterials und seine chemische, physikalische und thermische Integrität
- 8.) Geringes Gewicht und sichere Verankerung der Prothese im Gewebe zur Vermeidung von Arrosionen.

Als Stützgerüst ist die allseitig bewegliche und auch konisch wickelbare Spirale am geeignetsten.

End-zu-End-Anastomosen

Bei kleinen zirkulären Defekten der Trachea ist es möglich durch Mobilisierung der Trachealenden eine End-zu-End-Anastomose durchzuführen. Bei geringer Mobilisierung wird die Blutversorgung der Trachea nicht gestört. Auf diese Weise haben mehrere Autoren erfolgreiche End-zu-End-Anastomosen durchgeführt.

a) Bei Menschen

Kay (1952) operierte mehrere Patienten wegen bösartiger Tumoren an Trachea und Bronchien. Er resezierte und führte erfolgreiche End-zu-End-Anastomosen durch. Bei einem Patienten wurde ein Adenokarzinom der Carina und des unteren Trachealendes festgestellt. Deshalb mußte das distale Ende der Trachea, die Carina und das proximale Ende beider Hauptbronchien reseziert werden. Beide Bronchien und die Trachea wurden mobilisiert, die Carina rekonstruiert und eine End-zu-End-Anastomose der Trachea und der Bronchien durchgeführt.

Bei einem anderen Patienten mit Karzinom der rechten Lunge waren bereits der linke Hauptbronchus und die untere Trachea befallen. Nach rechtsseitiger Pneumonektomie wurden 2 1/2 cm der unteren Trachea und 2/3 des linken Hauptbronchus reseziert. Die obere Trachea und der linke Lungenhilus wurden gut mobilisiert. Die Lumendifferenz zwischen Trachea und Bronchus wurde durch Invagination des Bronchialstumpfes in die untere Trachea ausgeglichen und eine Anastomose gemacht. Leider starb der Patient trotz guter Wundheilung 6 Tage nach der Operation an Herzinfarkt. Bei einem dritten Patienten mußten die oberen 5 Knorpelringe der Trachea reseziert werden. Nach Mobilisierung der beiden Stümpfe wurde eine End-zu-End-Anastomose durchgeführt. Bis 2 Jahre nach der Operation war keine Stenose der Anastomose festzustellen.

Gebauer (1953) berichtet über Bronchusresektion und End-zu-End-Anastomose. Es handelte sich um posttuberkulöse Bronchusstenosen.

Bikfalvi und Kassay (1955) berichten über eine Trachealstenose bei einer 32jährigen Patientin, die 7 cm unterhalb der Glottis lag. An manchen Stellen war die Stenose 3 mm eng. Die subjektiven Beschwerden der Patientin fingen schon in der Kindheit an. Röntgenuntersuchungen des Thorax zeigten parabronchiale Verkalkungen. Deswegen wurde eine Tuberkulose im Kindesalter als Ursache der Stenose angenommen. Die Stenose wurde durch Querresektion eines 12 mm großen Trachealstückes beseitigt. Eine End-zu-End-Anastomose mit 20 innenliegenden Catguteinzelknopfnähten wurde luftdicht durchgeführt. Nach der Operation bekam die Patientin einen Spannungspneu, der durch beiderseitige Thoraxdrainage beseitigt werden konnte. Es entwickelte sich eine Bronchopneumonie des linken Unterlappens. Dieses Problem wurde durch Antibiotica und endotracheale Absaugung gelöst. Ein Spitzenempyem der linken Thoraxseite wurde durch Penicillininstillation beseitigt. Der Patient wurde 3 Monate nach der Operation entlassen.

Matthes (1956) berichtet über einen 67jährigen Patienten, bei dem wegen eines hilusnahen, rechtsseitigen Bronchialcarcinoms und starker mediastinaler Verschwielungen eine Pneumonektomie durchgeführt werden sollte. Aus Versehen wurde statt des rechten Hauptbronchus die Trachea oberhalb der Carina durchtrennt. Die Trachea wurde sofort mit dem linken Hauptbronchus End-zu-End-anastomosiert. Die Wunde heilte gut und ohne besondere Komplikationen.

J.J. Sálek, S. Tichy und J. Luttenberg (1959) berichten über einen Patienten, bei dem wegen eines Carcinoms der Trachea an dem mittleren und oberen Drittel eine Trachealresektion von 2,5 cm Länge durchgeführt werden mußte, um die Geschwulst radikal entfernen zu können. Eine End-zu-End-Anastomose wurde durchgeführt. Es bestand keine Spannung. 4 1/2 Monate nach der Operation war die Anastomose glatt verheilt und kein Zeichen einer Stenose festzustellen.

Kugel (1961) berichtet über einen 56jährigen Patienten, bei dem durch einen Verkehrsunfall die Luftröhre verletzt war. Er erlitt am Brustkorb und Kehlkopf schwere Verletzungen, -



Abb.2.: Unterbrechung der Trachealkontur dicht oberhalb der Bifurkation. Zur Überwindung der Stenose wurde ein harter Kunststoffkatheter über die Stenose hinweggeführt.

(Abb. 2,3,5 entn. aus E.Kugel "Verletzungen der Luftröhre"
Bulletin de la Société internationale de Chirurgie 20/5-6, 1961)

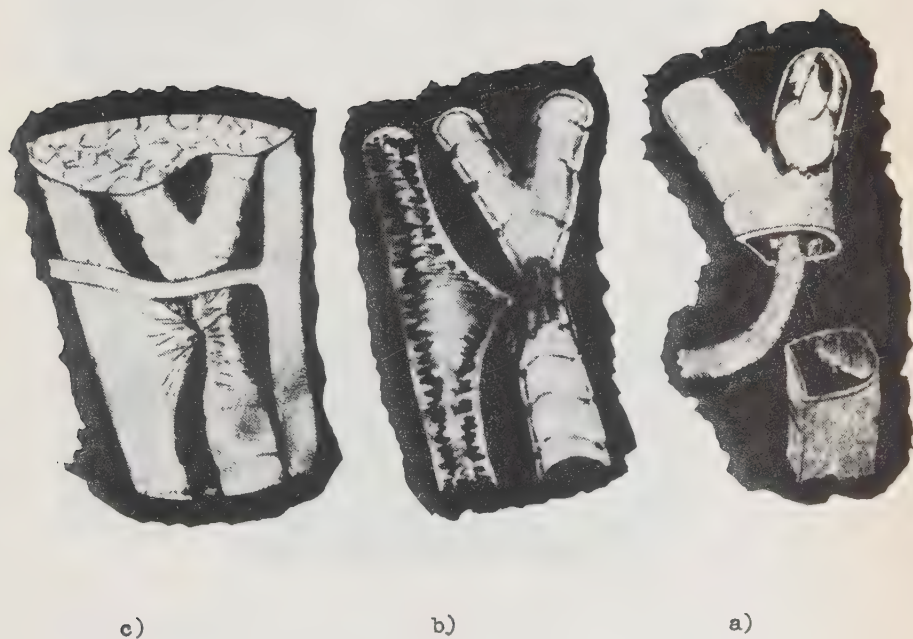


Abb. 3. a) und b): P~~arts~~ membranacea ist längsgerissen.
In diesen Defekt hat sich der Oesophagus diver-
tikelartig eingezogen.
c) Resektion der Stenose. End - zu - End - Ana-
stomose mit Einzelnähten.

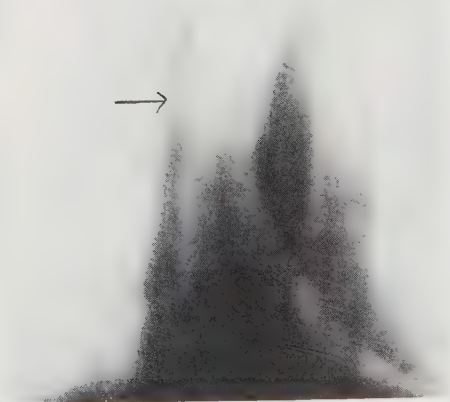


Abb. 4. : Schichtaufnahme der Trachea
im Anastomosenbereich.

(Aufnahme aus dem Archiv des Städt. Krankenhauses
München Rechts der Isar, unveröffentlicht, derselbe
Fall wie Abb. 2,3,5,).

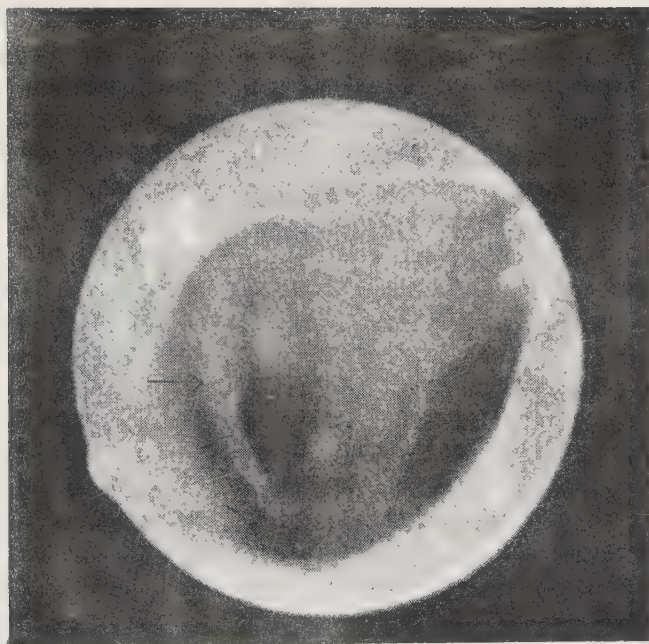


Abb. 5. Endotracheale Photographie der Anastomose, 3 Monate postoperativ. Die Anastomose zeigt keine Stenosierung.

zusätzlich hatte er *Commotio cerebri*. Am Anfang hatte der Patient geringfügige Beschwerden, aber nach 2 Wochen bekam er Atembeschwerden, weswegen in einem anderen Krankenhaus eine Tracheotomie durchgeführt wurde. Als der Stridor trotzdem stärker wurde, wurde tracheoskopierte. Dabei wurde eine hochgradige Stenose der Trachea dicht oberhalb der Bifurkation entdeckt. Therapeutisch wurde diese Stenose erfolgreich durch Kunststoffkatheter aufbougiert. 2 Wochen später, wenige Stunden nach Entfernung der Kunststoffkanüle wurde der Patient bewusstlos. In diesem Zustand kam er ins Krankenhaus rechts der Isar. Die Stenose war so eng, daß ein Aufbougiegen nicht möglich war. Mit Intubation und unter Überdruck konnte er einigermaßen atmen. Nach rechtsseitiger Eröffnung des Thorax fand man eine Narbenstenose von 3,5 cm Länge und 1,5 mm Durchmesser. Die Pars membranacea war in der Längsrichtung zerrissen und in diesen Defekt hatte sich der Oesophagus divertikalartig eingestülpt. Oesophagus und Trachea wurden voneinander getrennt und letztere distal der Stenose quer durchtrennt und ein Narkosetubus in den linken Hauptbronchus eingeführt. Der stenosierte Luftröhrenteil wurde in einer Längsausdehnung von 4 cm reseziert und mit Einzelnähten eine End-zu-End-Anastomose der beiden Tracheanteile durchgeführt. Aus Sicherheitsgründen wurde eine Teflo-Aorten-Prothese über die Naht gedeckt. 6 Monate lang war der Verlauf komplikationsfrei und die Anastomose war reizlos, ohne Stenose. Nach 6 Monaten entwickelte sich eine Stenose oberhalb der eigentlichen Anastomose. Die Teflon-Prothese war in die Trachea perforiert. Die Prothese wurde endoskopisch entfernt - und der Patient war beschwerdefrei. (Abb. 2,3,4,5) Tountas (1959) berichtet über einen Trachealtumor, welcher unmittelbar vor der Bifurkation lag. Nur ein Lungenflügel konnte beatmet werden. Um eine starke Anoxämie zu vermeiden, wurde gleichzeitig die A.pulmonalis des nicht beatmeten Lungenflügels abgeklemmt. Der breitbasig sitzende Tumor wurde extirpiert und eine End-zu-End-Anastomose mit einzelnen Drahtnähten durchgeführt. Die Anastomose heilte mit guter Durchgängigkeit der Trachea. Wegen tuberkulöser Stenose des re. Stamm- u. Oberlappenbronchus resezierten Crafoord u.a. (1954) den re. Stammbronchus und führten eine bronchotracheale Anastomose durch.

Mitchel und Davis (1958) berichten über eine traumatische Ruptur der Trachea, bei welcher es ein Jahr nach einem Unfall zur Stenose kam. Die Stenose wurde reseziert und eine erfolgreiche End-zu-End-Anastomose durchgeführt.

b) Bei Tieren

Daniel (1948) resezierte bei 2 Hunden den unteren Teil der rechten Lunge zusammen mit dem oberen Teil des Hauptbronchus und führte eine End-zu-End-Anastomose durch. 14 Monate nach der Operation wurde eines der Tiere getötet. Der Sektionsbefund zeigte eine gute Wiederherstellung der Luftröhre. Man beobachtete die Regeneration des Plattenepithels und gleichmäßige Bildung der Knorpelringe.

Jackson, Lefkin u. a. (1949) führten in Tierversuchen am Hund Teilresektion des Hauptbronchus und End-zu-End-Anastomose durch. Die Autoren vernähten zuerst die Schleimhaut und sind der Meinung, daß sich dadurch das Epithel wie eine Brücke verhält. In der äußeren Umgebung bildet sich schnell Granulationsgewebe, während an der Mucosabildungsstelle selbst wenig Narbengewebe gebildet wird. Die Autoren empfehlen eine horizontale Matratzennaht mit Ausstülpung der Schleimhaut. Diese Nahttechnik ist besser als die einfache durchgreifende Naht. Als Nahtmaterial wurde Seide, Nylon und chromiertes Catgut verwendet. Wenn man am proximalen Bronchusstumpf Klemmen verwendet, bilden sich Nekrosen. Zweimal beobachtete man eine Bronchialfistel. Der Hilus bei Hunden ist leichter zugänglich als beim Menschen, aber trotzdem empfehlen die Autoren solche Nahttechnik auch beim Menschen zu verwenden, z. B. bei traumatischer Bronchusruptur, Bronchusadenom, gutartigen Bronchialtumoren, Strukturen nach Trauma, Fremdkörperverletzungen oder chemischen Verbrennungen, wenn das Lungengewebe distal der betroffenen Bronchusstelle noch funktionsfähig ist. Die Autoren sind mit der Überbrückung von Gewebslücken mit Gelfoam nicht zufrieden, weil sich an den Brückenstellen ein Narbengewebe bildet und damit Stenosen bilden.

Ferguson (1950) operierte 58 Hunde. Er resezierte Trachealstücke bis zu 8,8 cm Länge mit nachfolgender En-zu-End-Anastomose. Nie trat eine Stenose oder andere Komplikationen auf. Alle Hunde überlebten den Eingriff. Der Autor meint, daß man bei Hunden etwa $1/4$ bis $1/3$ der Trachea ohne weiteres resezieren und eine End-zu-End-Anastomose durchführen kann. Die jeweilige Resektionslänge ermittelte der Autor empirisch. Die Anastomosen heilten, wenn der Zug, der erforderlich war um die Trachealstümpfe zusammen zu bringen 450 g nicht überschritt. Eine größere Länge der Trachea konnte reseziert werden, wenn die Operation in mehreren Sitzungen durchgeführt wurde. Bei 8 Hunden wurde eine Lunge, ein Teil des gegenüberliegenden Bronchus, das untere Ende der Trachea und die Carina reseziert und anschließend wurde eine Tracheobronchial-Anastomose durchgeführt. Die Sektionsbefunde zeigten gute Heilung der Anastomosen. Die Stenosen kamen nur in jenen Fällen zur Ausbildung, in denen die Mucosa-Enden nicht richtig aneinander genäht worden waren. Trachealmucosa besitzt nicht die Fähigkeit, kleine Defekte rasch zu regenerieren.

Carter-Strieder (1950) führten einige Trachealanastomosen am Hund mit Seide durch und beobachteten bis zu $1\frac{1}{2}$ Jahre. Die Nähte waren später von einer Zelllage überdeckt, ohne daß sich Stenosen entwickelt hatten.

Maisel und Dingwall (1950) durchtrennten bei Hunden die vertikale Trachea zwischen den Knorpelringen und machten eine Anastomose mit fortlaufenden Matratzen-Nähten von Seide. Trachealsegmente bis zu 2,5 cm wurden reseziert und End-zu-End-Anastomosen angeschlossen. Nach einer Woche fand man Granulationsgewebe über der Anastomose. Von den 12 operierten Hunden wurde nur bei einem eine Stenose beobachtet.

Staudacher, Pullin und Belli (1950) resezierten Hunden einen Teil der Hauptbronchien und Lappenbronchien und machten anschließend End-zu-End-Anastomosen. Sie kamen zu dem Ergebnis, daß die Nahttechnik eine große Rolle bei der Vermeidung von Stenosen spielt. Am besten geeignet ist die Nahttechnik, wie sie von Blalock zur Naht von Gefäßen angegeben wurde. Es handelt

sich um eine fortlaufende hintere Naht und ausstülpende vordere Knopfnah. Kommt es infolge ungeeigneter Nahttechnik zu einer Stenose, dann folgen bald auch Bronchiektasen. Ebenso soll man versuchen, so weit wie möglich das peribronchiale Gewebe zu schonen, und die Äste der Aa. bronchialis, des N. sympathicus und des N. parasympathicus nicht zu durchtrennen. Wenn sie durchgetrennt sind, kommt es zur Bildung von Bronchiektasen. Die Autoren schlugen vor, daß man bei Bronchusadenomen, Bronchusrupturen, Stenosen und Einschluß von Fremdkörpern die Resektion und anschließend End-zu-End-Anastomose versuchen soll. Intra op. kann man, wenn eine konservative Methode der Resektion und End-zu-End-Anastomose nicht möglich ist, eine Lobektomie machen.

Cozza (1954) experimentierte mit 5 Gruppen von Hunden. Ein Teil der thorakalen Trachea wurde über die Carina reseziert. Gleichzeitig wurde die cervikale Trachea durchtrennt. Durch Verschiebung der cervikalen Trachea kaudalwärts wurde eine End-zu-End-Anastomose im thorakalen Teil durchgeführt. Der proximale Teil der thorakalen Trachea wurde mit der Carina anatomisiert. Die cervikale Trachea wurde soweit nach unten verschoben, daß die Vaskularisation gut erhalten blieb. Der cervikale Defekt wurde durch eine Prothese aus Durflex (Polyflex) ersetzt. Mehr als 3 Monate nach der Operation ging es den Tieren sehr gut. Die Autoren meinen, daß dieses Vorgehen der Applikation der Prothese in physiologischer Hinsicht ein Fortschritt sei. Aber sie haben zugegeben, daß die Operation sehr schwierig, traumatisierend und delikat sei. Keine Stenose oder Komplikationen wurden beobachtet. Die Prothese selbst hatte einen großen Vorteil. Sie machte keine Schwierigkeiten bei der Naht und verhielt sich wie Gewebe der Trachealwand.

Matthes (1955) führte End-zu-End-Anastomosen der Bronchialstümpfe mit feinsten Seidennähten und wiederum luftdichtem Abschluß durch aufgestepptes Lungengewebe durch. Danach traten weder Atelektasen noch Bronchiektasen im Oberlappen auf, der normalerweise lufthaltig blieb. Die Anastomosen zeigten regenerierte Bronchialschleimhaut und nur geringfügige Stenosen.

Corelli und Guarnaccia (1955) führten bei Versuchen an Hunden Resektionen mehrerer Trachealringe und End-zu-End-Anastomosen der Trachealsegmente durch. Die Autoren fanden beste Resultate bei End-zu-End-Anastomosen der Trachealsegmente, aber auch da konnten die Nahtstellen stenosieren.

Pinto u. a. (1956) unternahmen einen groß angelegten Tierversuch an Hunden, mit dem das Problem der Durchtrennung, Anastomose, Plastiken mit Drahtgitter und Transplantationen untersucht wurde. An 3 Hunden wurde eine Tracheal- oder Bronchial-Durchtrennung und anschließend eine End-zu-End-Anastomose durchgeführt. In der zweiten Serie von 3 Hunden wurde ein Stück der Trachea reseziert und End-zu-End-Anastomose gemacht. Die Resultate waren in beiden Experimenten gut. Ein Tier starb an Thrombose der V.cava superior. Die Autoren sind der Meinung, daß man um eine Thrombose zu vermeiden, die V.azygos nahe der großen Hohlvene unterbinden soll. An sieben Hunden wurde eine Trachealresektion, eine zirkuläre Resektion des rechten Hauptbronchus und Lobektomie des rechten Oberlappens durchgeführt. Die Ergebnisse waren in den meisten Fällen gut. In einer anderen Serie von 4 Hunden wurde eine partielle Resektion des rechten Hauptbronchus mit Lobektomie durchgeführt. Die Ergebnisse waren gut. Die Autoren lösten das Problem der ungleichen Bronchialkaliber durch die Technik der Schrägresektion. An 19 Hunden wurde die Nahttechnik untersucht. Sie fanden keinen großen Unterschied in den verschiedenen Nahttechniken. Wichtig ist die gute Adaption der Schleimhäute und daß zwischen den Kalibern der Bronchien nicht viel Unterschied besteht. Die Ergebnisse bei Einzelnähten waren 87,5 % gut, die U-Nähte hatten nur 54,5 % Erfolg. Die Autoren meinen, daß der Erfolg der Nähte viel mehr von dem Nahtmaterial abhängt, als von der Nahttechnik. Sie bevorzugten scapillare Seide. Seide verursacht Fremdkörperreaktion und erlaubt keine ad ideale Heilung.

Strandness et al (1957) führten eine tierexperimentelle Studie an 13 Hunden durch, zur Technik der chirurgischen Eingriffe am thorakalen Teil der Trachea. Bei 4 Hunden isolierten sie den thorakalen Teil der Trachea ohne Kontinuitätsverlust, was die Tiere glatt vertragen haben. Bei 9 Tieren resezierten sie zu-

sätzlich Trachealzylinder von 1,5 - 5,5 cm Länge mit anschließender End-zu-End-Anastomose. Zusätzlich wurde zur intermittierenden Sekretabsaugung eine Tracheotomie angelegt. Trotzdem starben 8 dieser 9 Tiere innerhalb weniger Tage nach der Operation an den Folgen einer Sekretstauung. Da sich zeigte, daß bei keinem der Tiere das intratracheale Flimmerepithel regeneriert war, begründen die Autoren den negativen Ausgang der Versuche mit dem Verlust der normalen Flimmerepithelfunktion und halten die Methode daher für die Praxis unbrauchbar.

Sperling (1962) zeigte im Tierexperiment, daß um zirkuläre Bronchusdefekte zu beseitigen, eine Bronchus-Anastomose das Beste ist. Andere Methoden zur plastischen Überbrückung sind unsicher. Defekte bis zu 6 cm können auf diese Weise überbrückt werden. Man soll den Bronchus schonend behandeln und die Isolierung der Bronchusenden so weit wie möglich vermeiden, weil sonst der Bronchus in der Ernährung gestört wird und häufig Nekrose und Anastomoseinsuffizienz eintreten. Die Durchtrennung der Arterien, Venen und Nerven wird in gleicher Weise durch kollaterale Versorgung kompensiert. Das Problem der ungleichen Weite des Bronchiallumen wird durch schräge Schnittführung gelöst. Chromcatgut ist das beste Nahtmaterial. Durch schnelle Resorption des einfachen Catguts besteht die Gefahr der Nahtinsuffizienz. Unter nicht resorbierbarem Nahtmaterial haben Perlon und Nylon eine geringere Fremdkörperreaktion als Seide oder Zwirn. Bronchoskopische Kontrolle ist ein Jahr lang nach der Operation notwendig. Um eine Stenose zu vermeiden, soll man alle vorhandenen Granulationen und Fäden, die ins Lumen ragen entfernen. Einfache durchgreifende Kopfnähte sind geeignet. Die Durch- oder Umstellung der Knorpelspangen verhindern Dehissenzen, aber dadurch besteht immer die Gefahr der Bronchuswandinfektion. Die Anastomose soll durch Deckung mit gestielten Pleuralappen luftdicht verschlossen werden. Diese peribronchiale Manschette hat keine Stenoseungsgefahr. Eine Tracheotomie ist nicht unbedingt notwendig.

Michelson u. a. (1961) stellten in einem Tierexperiment von 56 Hunden fest, daß eine End-zu-End-Anastomose die beste Methode zur Trachealdefektüberbrückung ist. Sie durchtrennten das rechte untere Pulmonalsegment und resezierten den linken Hauptbronchus an der Carina. Dadurch konnten sie die Trachea genügend mobilisieren. Ein bestehenbleibender Defekt kann dann mit einem kurzen intraluminalen Plastikzylinder überbrückt werden.

Stipa u. a. veröffentlichten 1961 Ergebnisse ihrer Versuche an 41 Hunden. Sie schnitten lange Segmente aus der trachealen und cervicalen Trachea aus und vereinigten die Stümpfe mit termino-terminaler Anastomose, nachdem sie die Stümpfe durch alternierende Incisionen rechts und links an den Membranen zwischen den Knorpeln der benachbarten Trachealabschnitte verlängert hatten. Sie legten eine Plastikprothese in die Trachea vorübergehend ein, solange, bis die Neuformierung der umgebenden Gewebe erreicht war. Die Ergebnisse dieser Methode waren sehr befriedigend, sowohl anatomisch als funktionell. (Abb. 6)

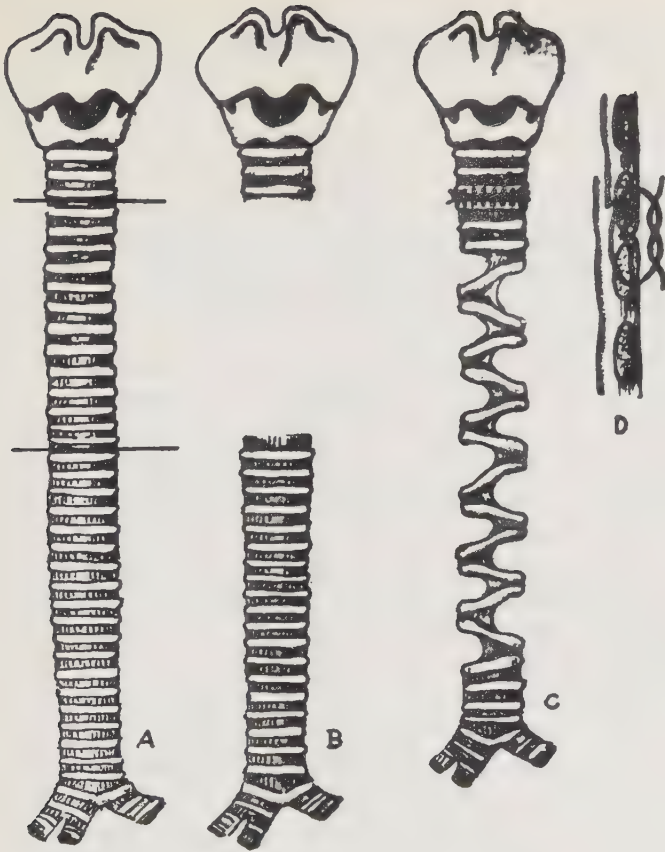


Abb. 6. a) und b): Aus der Trachea sind lange Segmente ausgeschnitten.

c): Die Verlängerung der Trachea wird erreicht durch alternierende Incisionen rechts und links an den Membranen zwischen den Knorpeln der benachbarten Trachealabschnitte. Anschliessend End - zu - End - Anastomose.

d): Nahttechnik.

(Entn. aus: S.Stipa, L.Aglietti e A.Panebianco,Catania:"Plastiche tracheali per allungamento", Bulletin de la Société internationale de Chirurgie,20,Nr. 5-6, 1961)

Autoplastische Transplantation

Bei dieser Art von Transplantation wird körpereigenes Gewebe übertragen.

a) beim Menschen

In der Literatur sind nicht sehr viele Fälle von Überbrückung der Trachealdefekte bei Menschen durch autoplastische Verfahren beschrieben worden. Solche Operationsverfahren sind von Fairchild (1927) und Erich (1945) angegeben.

Gibbon (1948) berichtet über einen Patienten mit Bronchialadenom, bei dem der halbe Umfang der Trachea und ein Teil des linken Hauptbronchus reseziert werden mußte. Ein großer gestielter Lappen aus Pleura parietalis wurde vorbereitet. Ein Stück Rippenknorpel wurde entfernt, mit dem Pleuralappen umhüllt und über den Trachealdefekt genäht. Die Wunde heilte gut und ohne besondere Komplikationen. Die Luftröhre war gut durchgängig. Diese Methode der plastischen Deckung kleiner Trachealdefekte erwies sich als sehr geeignet.

Penton und Brantigan (1952) benützten einen gestielten Weichteillappen zur Deckung eines ausgedehnten Defektes der Trachea und Bronchien. Bei einem Patient hatte ein Oesophagus-Tumor die Trachea angegriffen. Der Tumor wurde operativ entfernt, aber er hinterließ einen großen Defekt, der bis in beide Bronchien hinabreichte. Dieser Defekt wurde durch einen gestielten Weichteillappen aus der Thoraxwand gedeckt. Der Lappen umfaßte die Weichteile von 3 Zwischenrippenräumen und 2 Rippenbetten. Die Intercostalfäße nährten den Lappen, welcher mit der Pleuraseite nach innen in den Defekt eingenäht worden war. Doppelläufige Intubation wurde durchgeführt. Die Tubuli lagen getrennt in beiden Hauptbronchien und wurden durch eine Tracheotomie aus dem Jugulum heraus geleitet. 2 Monate später zeigte die Bronchoskopie eine normale Trachea und Bronchien.

b) bei Tieren

Carter und Strieder (1950) berichten über erfolgreiche Autotransplantate von Bronchien. Die Transplantate wurden den resezierten Lungenlappen entnommen.

Ferguson (1950) versuchte im Tierexperiment die Trachealdefekte mit Autotransplantaten zu überbrücken, aber alle Versuche waren erfolglos. Ebenso zeigten die Tierexperimente mit Autotransplantaten von Elmore (1961) keine positiven Ergebnisse.

Von Pacheco, Rivero und Porter (1954) wurden autoplastische Transplantate aus der Trachea genommen und reimplantiert. Alle Tiere aus dieser Serie starben nach 5 - 7 Wochen. Die Tiere, bei denen autoplastisches Material aus dem Ohr verwendet wurde, starben nach 3 Tagen. Aber bei Deckung kleiner Trachealfenster mit Ohrknorpel überlebten die Tiere. Bei der End-zu-End-Anastomose oder Naht von Transplantaten sind nichtrostende Stahldrähte günstiger als Seidennähte. Heterotope Autotransplantate werden durch Sekundärinfektion zerstört. Bei Deckung kleiner Fensterdefekte funktionieren die heterotopen Autotransplantate ohne Stenose.

Corelli und Guarnaccia (1955) entfernten einen mehr oder weniger großen Abschnitt der Vorderwand der Trachea und pflanzten ihn wieder ein. Nach Ansicht der Autoren behalten die Autotransplantate ihre Struktur, aber leider sind sie in der Praxis nicht immer verfügbar.

Römer (1961) überbrückte im Tierversuch komplette Segmentdefekte des Tracheobronchialbaumes mit Dünndarm-Serosamuskularis-bezogene V₂A-Drahtspiralen. Er beobachtete mäßige Epithelisierung.

Sperling (1962) versuchte bei munden Trachealdefekten im thorakalen Bereich mit körpereigenem Gewebe zu überbrücken. Er isolierte einen dorsal gestielten Brustwandlappen und stellte damit ein Rohr her, das dann in den Trachealdefekt eingepflanzt wurde. Im Gegensatz zu Penton-Brantigan wurde nur körpereigenes Gewebe verwendet. Die Sternahälfte der 4. und 5. Rippe wurde fragmentiert und daraus ein Rohr geformt. Die Innenseite des Rohres bestand aus Pleura parietalis. Nach einiger Zeit entwickelte sich regelmäßig eine endotracheale Pleuritis fibrinosa, die durch Narbenbildung zu starken Stenosierungserscheinungen führte.

Die mesodermale Herkunft der Pleura erklärte die fehlende Epithelisierung. Der Autor kommt zu dem Schluß, daß solche Brustwandlappen für die Trachealdefektüberbrückung nicht geeignet sind. Nur wenn gleichzeitig eine regenerationsfähige Schicht von Epithelien mittransplantiert wird, kann ein gestielter Brustwandlappen als gute Matrix dienen. Aber dieses Verfahren kann beim Menschen nicht angewendet werden, weil die Hunde-Trachea weit ist und eine horizontale Verlaufsrichtung hat, also völlig andere Verhältnisse vorliegen als beim Menschen.

Homoplastische Transplantation

Bei dieser Art von Transplantation wird arteigenes Gewebe übertragen.

Ferguson (1950) versuchte bei 18 Hunden kleine Trachealsegmente mit homo-, autotransplantaten aus der Trachea zu überbrücken. Auch freie Transplantate aus Rippenknorpel und Tantalum wurden verwendet. Aber alle Versuche waren erfolglos.

Jackson, O'Brien u. a. (1950) führten zwei Serien von Tierversuchen durch. In der ersten Gruppe wurden kleine Defekte der Trachea und des Hauptbronchus durch homoioplastische Transplantate gedeckt. In die Trachea wurde ein kleines Fenster gemacht, welches die halbe Zirkumferenz der Trachea umfaßte. Dieser Defekt wurde durch aufgesteppte Transplantate ohne Penicillinschutz verschlossen. In der zweiten oder dritten Woche hatten die Hunde keinen Husten mehr. Alle Tiere lebten. In 2 Fällen wurde gleichzeitig im linken Hauptbronchus ein Defekt in gleicher Weise gedeckt. Beide Tiere überlebten den Eingriff mit Heilung ohne Komplikation. Die Transplantate wurden nach 6 Wochen mit respiratorischem Epithel ohne Stenose gedeckt. Auf diese Weise könnten kleine Defekte der Trachea und der Bronchien ohne weiteres mit Transplantat gedeckt werden. In der zweiten Gruppe wurde eine Querresektion der Trachea durchgeführt. Sie wurde 6 cm breit reseziert und der Defekt mit Homoiotransplantaten überbrückt. Bei 2 Hunden wurde ein 3 cm langes Trachealstück reseziert und von einem Tier auf das andere transplantiert und unter Penicillinschutz eine End-zu-End-Anastomose durchgeführt. 3 Hunde, bei denen 2 cm der Trachea reseziert und mit Transplantat überbrückt war, starben durch beim Fressen auftretende Strangulation des Transplantates. Alle Hunde der zweiten Gruppe starben in der zweiten oder dritten Woche. Obwohl das Transplantat an beiden Trachealstümpfen gut befestigt war, kam es wegen Wandvorfall des Transplantates zur Einengung des Lumens. Das Transplantat hing wie eine Wäscheleine.

Marrangoni (1951) resezierte bei Hunden die Trachealsegmente bis zu einer Länge von 10 cm. Die Defekte wurden durch homoplastische lyophilisierte Trachealsegmente überbrückt. Bevor die Transplantate benützt wurden, wurden sie zuerst in Kochsalzlösung aufgequollen. Die Lyophilisation wurde folgendermaßen durchgeführt: Ausfrieren des Wassers bei -15° bis -25° , anschließend Verbringen des Präparates für 72 bis 96 Stunden in ein Vakuum. Sie wurden dann in verschlossenen Gefäßen bis zu 120 Tagen bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Das Transplantat heilte im Laufe der Zeit ein, die Knorpelringe wurden abgebaut und durch Bindegewebe ersetzt. Bei einigen Tieren wurde sogar Knorpelneubildung beobachtet.

Goffrini und Lang (1952) versuchten im Tierexperiment bei 10 hunden den Trachealdefekt von 5 bis 6 cm durch homologe, freie Transplantate von frisch bei anderen Hunden entnommenen gleichlangen Stücken zu ersetzen. In der zweiten Serie der Experimente an 5 Hunden benützten sie Trachealstücke, die 30 Tage im Kühlschrank konserviert worden waren. In 13 Fällen blieb die Luftröhre dicht, in zwei Fällen gingen die Nähte auf. 30 bis 100 Tage später wurden die Tiere getötet. Es wurde beobachtet, daß die Schleimhaut gut erhalten war, aber die Knorpelringe waren nekrotisch geworden. Fast überall fand man die Entwicklung einer Stenose. Sie war aber nicht so schwer, daß sie zu auffallender Atemnot hätte führen können. Die Tiere, bei denen konservierte Transplantate verwendet worden waren, verhielten sich am besten. Deswegen empfehlen die Autoren die Anwendung von konservierten Transplantaten am Menschen mindestens zu versuchen.

Pacheco, Rivero und Porter (1954) versuchten in Tierexperimenten homoplastische Transplantate, die in verschiedenen Konservierungsmitteln aufbewahrt worden waren. Alle Tiere starben nach 30 - 40 Tagen. Ebenfalls waren frische Homotransplantate erfolglos, wenn sie in Penicillinlösung aufbewahrt waren. Bei homotopischen Homoiotransplantaten wurden alle Knorpel nekrotisch und stießen sich ab. Die Autoren sind der Meinung, daß der Gebrauch von frischen oder kon-

servierten homotopen Homoiotransplantaten bei großen Defekten nicht empfehlenswert sei, während sie sich zur Deckung kleiner Defekte gut eignen.

Brancato (1955) versuchte im Tierexperiment einen Trachealdefekt auf zweierlei Weise zu überbrücken: Bei den Tieren wurde ein Trachealabschnitt von 4 Knorpeln reseziert und der Defekt dann mit einem Homotransplantat überbrückt. Zur Naht wurde Catgut verwendet. Diese Prothese wurde in Facia-collisuperficialis-Lappen eingebettet. 15 - 20 Tage post operationem trat bei allen Tieren Husten und Stridor auf. Sie starben alle an Asphyxie. Die Transplantate waren nekrotisch verändert, die Lumina völlig von Granulationen ausgefüllt. Man sah keine Epithelbildung.

Corelli und Guarnaccia (1955) versuchten in Tierexperimenten die Fensterdefekte der Trachea mit frischen oder konservierten homologen Trachealstücken zu decken. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, daß Homotransplantate durch Bindegewebe ersetzt werden und später immer zu erneuter Stenosierung führen. Beide, Auto- sowohl als Homotransplantate, sind daher nur zur Deckung kleiner Defekte geeignet. Frische Homotransplantate sind nicht besser als konservierte.

Holle (1956) operierte 12 Hunde, um die Vorteile verschiedener Ersatzmaterialien intrathorakaler Trachea zu untersuchen. Er probierte homoplastische Frisch-, Konseren- und Kombinationstransplantate, um große und kleine Defekte zu decken. Homologes Frisch- und heterologes Konservenmaterial waren nur zur Deckung der kleinen Fensterdefekte geeignet. Wegen ihrer großen Schrumpfungseigung konnte man dieses Material zur Deckung der großen Defekte nicht verwenden. Im Laufe der Zeit kam es immer zur Stenosebildung.

Ricceri, Fegiz, Oliva und Cappellini (1958) untersuchten im Tierexperiment das Problem der Wiederherstellung des Tracheobronchialbaumes. Defekte wurden durch Homoiotransplantate überbrückt. Es wurden homoioplastische Bronchialsegmente, welche nach der Tiefkühl- oder Lyophilisierungsmethode präpariert wurden, verwendet. Stenosierung und Sekretverhalten, gelegentlich auch Nehtinsuffizienz an der Anastomose bestä-

tigen die großen Schwierigkeiten der Wiederherstellungs-Chirurgie.

Elmore u. a. (1961) resezierten bei Hunden transthorakal etwa 3 cm Trachea und ersetzten sie mit frischem Homotransplantat. Die histologische Untersuchung der Transplantate zeigte mäßige bis hochgradige Stenosen mit Entzündungen und Ulcerationen.

Alloplastische Transplantationen

Bei dieser Art von Transplantation werden fremdartige, leblose Stoffe übertragen.

a) beim Menschen

Clagett und Mitarbeiter versuchten diese Methode, um einen Luftröhrendefekt bei einem Patienten zu überbrücken. Nach Entfernung eines Tumors der thorakalen Trachea versuchten sie ohne Erfolg den Trachealdefekt mit einem Polythentubus zu überbrücken. Die Trachea war unterhalb des Tumors zu brüchig, um den Tubus zu halten. Deshalb wurde eine Pneumonectomie durchgeführt und der Polythentubus direkt in dem restlichen Hauptbronchus befestigt. Leider wurde der Oberlappenbronchus durch den Tubus blockiert. Die Folge war Pneumonie und Tod 6 Tage nach der Operation.

Longmire (1948) verwendete Lucite als Ersatzmaterial und sah 4 1/2 Monate später, daß das Rohr fest eingewachsen war.

Cotton und Penido (1952) berichten über einen Patienten mit einem Tumor der cervikalen Trachea in Jugulumhöhe. Nach Sternumspaltung wurde der Tumor entfernt und der Defekt durch einen 7,5 cm langen Stahltubus überbrückt. Dieser wurde mit einem Stahldraht an die Trachea fixiert. 9 Monate nach der Operation rutschte der Tubus ab, blockierte den rechten Hauptbronchus und mußte entfernt werden. Nach der Entfernung des Tubus entwickelte sich eine Stenose der Trachea von 3 - 4 mm Durchmesser, was die Wiedereinsetzung des Tubus notwendig machte. 8 Monate später glitt der Tubus erneut abwärts. Diesmal wurde er mit stärkerem Stahldraht fixiert.

Edgerton und Zovickian (1954) versuchten an Patienten alloplastisches Material, z. B. Glas, Polyäthylen, Lucit, Aeryl, Resin oder Nylonnetze. Wenn das Transplantat nicht größer als 4 cm zu sein braucht, kann man autoplastische oder homoioplastische Transplantate mit Erfolg benutzen. Ebenfalls sind auch Drahtnetze mit Epidermistransplantat

gut anwendbar. Homoiotransplantate gehen wegen Autolyse innerhalb von 6 - 28 Tagen zugrunde. Die Autoren berichteten über 15 Patienten, bei welchen 1946 wegen Carcinom der Schilddrüse eine tracheale oder laryngale Wiederherstellungsoperation durchgeführt wurde. Die Ergebnisse der Operationen an der cervicalen Trachea waren befriedigend. Aber bei Operationen an der thorakalen Trachea kamen zwei Patienten ad exitum.

Die cervicale Trachea wurde plastisch wieder hergestellt. Bei den Operationen der intrathorakalen Trachea wurde eine vordere Mediostinotomie durchgeführt und durch Einschlagen breiter Hautlappen die Trachea wieder hergestellt. Die Autoren versuchten auch Drahtnetzprothesen mit Epidermisdeckung. Das intraluminal eingesetzte Netz stieß sich jedoch ab und führte zu Obstruktion der Trachea.

b) bei Tieren

Daniel (1948) benutzte Tuben aus Glas, rostfreiem Stahl oder Vitallium. Die Tuben wurden an beiden Enden der Trachea und der Bronchien befestigt. Bei 21 Hunden wurden tracheale Segmente reseziert und durch eine Tube ersetzt. 15 Hunde überlebten den Eingriff. 3 Wochen bis 6 Monate nach der Operation wurden die Hunde getötet. Der Sektionsbefund zeigte ein Wachstum der kleinen Knorpelinseln im Bindegewebe um die Tube. Aber die Epithelregeneration war auch nach 6 Monaten nicht vollkommen. Bei einer anderen Serie von 8 Hunden wurde die rechte Lunge, die untere Trachea und ein Teil des linken Bronchus reseziert und durch Tuben aus Glas oder Vitallium ersetzt. Von den 2 Hunden, die den Eingriff überlebten, bekam einer nach 6 Monaten Pneumonie und beim zweiten wurde die Tube locker und mußte nach 8 Monaten entfernt werden. Der Sektionsbefund des zweiten Hundes zeigte 14 Monate später die Regeneration der Knorpelringe an der Stelle, an der der Tubus gelegen hatte.

Clagett und Mitarbeiter (1948) benutzten Polythene Tuben um cervicale und thorakale Trachealdefekte bei Hunden zu überbrücken. Die meisten Hunde überstanden den Eingriff

gut, aber einige starben, weil die Tuben entweder locker wurden oder kollabierten. Bei einem Hund wurde der Tubus nach 9 1/2 Monaten entfernt, auch danach kollabierte die Trachea. Die Autoren stellten fest, daß etwa 1/4 der Tracheallänge reseziert werden könnte, solange die Enden der Trachea über den Tubus gebracht werden könnten.

Goffrini und Lang (1952) führten Versuche an 26 Hunden durch. Sie benützten tubenförmige Prothesen aus Polythen. Sie resezierten Trachealstücke in verschiedenen Größen und ersetzten sie durch jeweils gleichgroße Polythenprothesen, die mit Seidennaht befestigt wurden. Aber die Autoren waren mit ihren Resultaten nicht zufrieden. Sie weisen auf die große Schwierigkeit des Problems hin.

Graig, Homes, Shabart (1953) operierten Hunde in 3 Serien. 2 und 5 cm lange Stücke der cervicalen Trachea wurden reseziert. Die Prothese bestand aus Polyäthylentröhrchen verschiedener Dicke. In die Außenseite der Prothese wurde eine querverlaufende Kannellierung eingearbeitet. In den ersten beiden Serien wurde extrathorakal, extratracheal, bzw. endotracheal gearbeitet. In der dritten Serie wurde auch der thorakale Teil mit erfaßt. Alle Tiere der cervical-extratrachealen Serie starben spontan an Pneumonie oder Stenose. In der zweiten, cervical-endotrachealen Serie wurden die Defekte bis auf 7 cm ausgedehnt. Die Autoren meinen, daß die Größe des Defektes keinen Einfluß auf die Endresultate hat. 10 Tiere überlebten 10 Monate, die anderen starben an Stenose, Verschiebung der Prothese oder Infektion. Bei der intrathorakalen-endotrachealen dritten Serie von 4 Tieren überlebten zwei 1 Jahr, bzw. 14 Monate, die anderen zwei starben postoperativ an Spannungspneumothorax. Die Autoren erwähnen einen Fall, bei dem ein nach einer Tumorextirpation entstandener Defekt durch Polyäthylentröhre gedeckt werden konnte. Der Defekt umfaßte die vordere Hälfte der Trachea. Aber der Patient starb 5 Tage nach der Operation an Lungenatelektase und Herzver-

sagen. Die Autoren betonen den Nachteil der starren Prothese. In allen Fällen kam es nach Entfernung der Prothese zu Trachealstenosen. Deswegen sind starre Prothesen bei Menschen nicht geeignet.

Corelli und Guarnaccia (1955) resezierten beim Tierversuch 4 - 5 Trachealringe mit entsprechender Pars membranacea und ersetzten die Trachea mit einer röhrenförmigen Celluloid-Prothese. Aber diese werden auf die Dauer nicht vertragen. Sie wirken als artfremde Einschlüsse. Anfangs funktionieren sie normal, müssen aber später wieder entfernt werden.

Matthes (1955) tierexperimentelle Studien über die Bronchus-Rekonstruktion an Hunden. Bei 8 Hunden wurde ein jeweils 1 cm langes Stück des linken Oberlappenbronchus kurz hinter seinem Abgang aus dem Hauptbronchus quer reseziert, ohne Schonung der Bronchialarterie. Die Deckung des Defektes erfolgte durch Alloplastik mit Hilfe eines intraluminär eingebrachten Polyäthylenröhrchens (1,5 cm lang) und Fixierung mit feinsten Catgutnähten und luftdichten Abschluß der Nahtstelle durch Deckung mit einem Lungenparenchymzipfel. Bei 3 Hunden kam es zur Totalatelektase des Oberlappens infolge Fibrostenose im Bereich der Resektionsstelle. Das Polyäthylenröhrchen hatte sich abgestossen. Bei 2 Hunden bestanden hinter der Stenose hochgradige Bronchiektasen.

Holle (1956) benutzte im Tierexperiment zur Trachealdefektüberbrückung starre Prothesen aus Glas, Metallröhren oder Drahtnetze, die aber auf die Dauer nicht vertragen wurden. Alle Versuche zirkuläre Defekte der Trachea zu überbrücken, waren erfolglos. Es kam zur Stenosebildung, Nahtinsuffizienz, Prothesenabrutsch, Blutung, Mediastinitis oder Pleuraempyem. Die Kontrolle der Lungenfunktion ist ein Gradmesser für die Schwere der Stenose. Wenn die Stenose zunimmt, steigert sich Atemfrequenz und Sauerstoffverbrauch während das Atemvolumen verhältnismäßig konstant bleibt. Um die Stenose zu verhindern, sind die mit Fascie verstärkten Nylonnetzröhren geeignet. Sie werden noch mit rostfreien Drahttringen verstärkt. Die Kombinationstransplantate aus Nylonnetz und Fascia lata sind zur Deckung der Fensterdefekte der Trachea

bis zu 50 % des Trachealumfanges geeignet. Beim Einbau der Trachealplastik soll das Fasciengewebe innen und das Netzw Gewebe außen liegen. Die Fascie funktioniert so als Schleimhaut und verhindert das Eindringen von Keimen, bis das Nylongewebe in die Trachealwand eingewachsen ist. Das Nylongewebe oder Kunststoffröhren allein epithelisieren nicht genug und werden als Fremdkörper ins Tracheallumen abgestoßen. Die innenliegende Fascia wird mit Flimmerepithel oder Plattenepithel gedeckt. Die Autoren ziehen deshalb Kombinationstransplantate den anderen Wandersatz-Methoden vor.

Sato, Nakagawa et al. (1957), tierexperimentelle Studie über verschiedene Techniken alloplastischer Trachealkonstruktion mit Nylongewebe. Die Autoren entfernten jeweils 3 - 5 cm lange Trachealzylinder aus dem thorakalen Teil der Trachea bei Hunden und ersetzten den Defekt auf verschiedene Weise mit Nylongewebe.

1. End-zu-End-Anastomosen über einem abstützenden intratracheal eingelegten Polyäthylentubus führte innerhalb weniger Wochen nach der Entfernung dieses Tubus zum Tod an Narbenstenose, Erschöpfung, Pyothorax.
2. Verstärkung der Nylonprothese mit Stahldraht verlängerte die Überlebenszeit auf 10 - 12 Monate.
3. Bei überlappender Anastomosetechnik, - die Trachealstümpfe wurden jeweils 1 - 1,5 cm in die Nylonprothese eingeführt, - waren die Resultate am günstigsten (40 % überlebten 1 Jahr).

Jenny (1957) verwendete im Tierexperiment zur trachealen Defektüberbrückung Tantalnetz. Es heilte gut an und funktionierte als Knorpelringe. Es war keine Stenose des Tracheallumens festzustellen. Schon nach einer Woche war Epithelisierung sichtbar.

Benjamin u. a. (1957) machten Serienversuche mit Hunden, bei denen sie Polyvenylschwämme als Gewebssersatz verwendeten. Sie verschlossen damit Ventrikelseptum- und Oesophagus-Trachealdefekte, sowie Gewebdefekte an großen und kleinen Arterien, Venen, Gallenwegen und Harnleiter. Die Herstellung der verschiedenen Transplantate aus Poly-

venylschwamm war sehr einfach. Transplantate an der Aorta funktionierten gut. Man beobachtete das Einsprießen von Bindegewebe in das spongiöse Material. Im Inneren trat immer ein Endothelsaum auf. Beim Oesophagus-, Gallenweg-, Harnleiter- und Trachealersatz waren die Erfolge kurz-dauernd. Die Transplantate wurden nach einiger Zeit abgestossen.

Yasargil und Hess (1958) berichten über folgende Hundeexperimente: Ein weiches Ivalon-Rohr wurde durch Polyäthylenringe verstärkt und mit einer Netzmanschette umgeben. Diese wurde mit beiden Trachealstümpfen in Verbindung gebracht. Um eine Nahtinsuffizienz zu vermeiden, wurde ein Netz zur Abdeckung angewendet. Im Laufe der Zeit schrumpfte die Netzmanschette und dadurch konnten die Trachealstümpfe nicht auseinander weichen. Ivalon ist ein weiches und poröses Material und hat Adaptationseigenschaften und übt einen geringeren Druck auf die Trachea aus. Die Prothese wird vom Netz her feucht gehalten und funktioniert wie die Schleimhaut. Vielleicht ist dadurch auch der Schleimtransport in cranialer Richtung aufrecht erhalten. In der ersten Gruppe wurden Fensterdefekte manschettenförmig mit Plastik gedeckt. In der zweiten Gruppe wurde oberhalb der Bifurkation eine Kontinuitätsresektion durchgeführt. Die Trachealstümpfe wurden in das Plastikrohr eingestülpt und durch U-Nähte dicht vernäht. In der dritten Gruppe wurden die Rohrenden in die Trachea eingestülpt und fixiert wie in der zweiten Gruppe. Die Tiere in dieser Gruppe erholten sich rascher als Gruppe zwei. In der 4. Gruppe wurde die Bifurkation und der distale Trachealabschnitt reseziert und gleichzeitig wurde eine rechtsseitige Pneumoektomie durchgeführt. Die Verbindung zwischen Trachealstumpf und Bronchus wurde durch eine konische, gebogene Prothese hergestellt, welche auf gleiche Weise wie in der Gruppe drei, mit den Luftröhrenlumina verbunden wurde. In allen Gruppen wurde die Prothese mit Netz gedeckt und eine Tracheotomie durchgeführt. Die Autoren kamen zu folgenden Ergebnissen:

Es tritt immer Nahtinsuffizienz zwischen Prothese und Organ-

stumpf auf, dazu Abscessbildung, Spannungspneumothorax. Die Nahtinsuffizienz kann durch Kombiantion von Alloplastik mit Omentum majus vermieden werden. Ivalon ist ein sehr geeignetes alloplastisches Material. Es ist bemerkenswert, daß bei mehreren überlebenden Tieren keine Lungenveränderungen durch Sekretretention gefunden wurden. Ricceri, Fegiz, Oliva und Cappellini (1958) ersetzten im Tierexperiment Trachealdefekte durch Polyäthylenröhrchen, jedoch ohne Erfolg. Es traten Stenosierung, Sekretverhalten, gelegentlich auch Nahtinsuffizienz auf. Elmore u. a. (1961) verwendeten bei einer Gruppe von Tieren zur Trachealdefektüberbrückung Prothesen aus Ivalon, Dacron oder Taflon. Jede Prothese bestand aus einer dichten Innenschicht, einer durchlässigen Außenschicht und dazwischen aus einer Drahtspirale zur Wandstützung. Die besten Ergebnisse zeigten intraluminär eingelegte Röhrchen. Zur Schonung der Trachealwand waren sie mit feinen Mersilene-Nähten, die über Ivalon-Polsterchen geknüpft waren, fixiert. Die meisten Hunde erholten sich rasch und erschienen bis zu ihrer Tötung 6 - 7 Monate später klinisch gesund. Trotzdem zeigten alle Tiere bei der Sektion chronische Wundinfektionen mit resultierender Lockerung der Plastiken. Bessere Fixationstechnik und Vermeidung von Sekundärinfektionen wird daher das Hauptanliegen künftiger Versuche sein.

Kombination von organischen Transplantaten mit alloplastischem Material

a) bei Menschen

Rob und Batesman (1949) entfernten bei der Operation eines Schilddrüsenkarzinoms 6 Knorpelringe der cervicalen Trachea. Die Pars membranacea der Trachea wurde nicht entfernt. An einem Tantalneßnetz wurde beidseits Fascia lata genäht. Der tracheale Defekt wurde mit dem so vorbereiteten Tantalumnetz gedeckt. Der postoperative Verlauf war komplikationslos, bis auf die teilweise Lösung des inneren Fascienblattes, das dann in das Tracheallumen hineinragte. Es wurde endoskopisch entfernt. Jahrelang war der Patient rezidivfrei.

Gebauer (1950-51) war der erste, der erfolgreiche Operationen zur Wiederherstellung der Trachealdefekte durchführte. Er berichtete über Patienten, bei denen eine tuberkulöse Trachealstenose durch eine plastische Maßnahme beseitigt wurde. Die Epidermis und subcutanes Fettgewebe wurde vom Hautlappen entfernt und der so vorbereitete Cutislappen wurde durch ein S-förmiges Drahtnetz aufgerollt. Die Trachealstenose wurde reseziert und mit dem so vorbereiteten Transplantat überbrückt. Die Patienten wurden bis zu 1 Jahr beobachtet. Die Ergebnisse waren sehr gut.

Cahan (1952) operierte einen Patienten mit Adenocarcinom an der thorakalen Trachea. Er verwendete die Methode von Rob und Batesman (1949) und deckte damit einen Defekt von 7 cm Länge und 3 cm Breite. Eine Lungenresektion war dabei nicht notwendig.

Belsey (1950) resezierte einen Teil der Trachea wegen eines gutartigen Adenoms bis auf eine schmale Brücke. Der Defekt wurde durch einen nicht rostenden Stahldraht überbrückt und darüber wurde ein Fascienlappen gelegt. Durch die stehengelassene Brücke normalen Trachealgewebes, wurde eine Wiederherstellung der Schleimhaut im ganzen Bereich gewährleistet.

Im zweiten Fall, auch einem gutartigen Adenom, wurde eine rechtsseitige Pneumonektomie und Trachealresektion durchgeführt. Der Defekt wurde wie im ersten Fall durch Stahldraht verschlossen. Die Fascien-Transplantate heilten gut.

Bucher, Burnett und Rosemond (1951) beobachteten die Anwendung von rostfreien Stahlgeflechtem bei zwei klinischen Fällen. Es wurde eine Trachealfistel, bzw. ein Trachealdefekt mit Stahldrahtgeflecht verschlossen, der mit peritrachealen Muskeln und Haut übernäht wurde. Die Geflechte heilten ein und es bildete sich eine Mucosa. Die Autoren empfehlen deswegen die Anwendung von rostfreiem Stahldrahtgeflecht, um tracheale und bronchiale Defekte zu überbrücken. In Stahldrahtmanschetten werden Fibroblasten aufgenommen. Sie dienen als Gerüst für regenerative Vorgänge. Die halbstarre Struktur des Geflechtes funktioniert wie Knorpel und vermeidet eine Stenose oder einen Kollaps des Transplantates. Man kann jederzeit lumeneinengendes Gewebe endoskopisch entfernen.

Brewer (1955) verwendete bei Patienten zur Trachealdefektüberbrückung Drahtnetz mit Fascia. Außerdem wurde die Anastomose mit pericardialem Fettgewebe umhüllt. Die Fettschicht an der Herzspitze lag von mediastinalem Pleura gedeckt. Es wurde vom Herzen heraus prepariert, ohne die Blutversorgung zu stören. Der Kranke erlag nach 3 Monaten einer Coronaraffektion. Sonst traten keine wesentlichen Komplikationen auf. Im Lumen hatte sich eine Schleimhaut gebildet.

Abbt (1956) beobachtete 2 Kinder mit Hauttransplantaten über eine Zeit von 5 bzw. 7 Jahren. Die Transplantate wuchsen mit den Kindern. Bei vier anderen Patienten wurde nach Teilresektion der Trachea, linker Bronchus und Carina eine Hauttransplantation nach Gebauer durchgeführt. Die Patienten wurden über eine Zeit von 18 bis 38 Monaten beobachtet, aber es traten keine Stenosen oder Komplikationen auf.

Watermann (1956) berichtete über ein 20jähriges Mädchen, das bei einem Autounfall schwere Trachealverletzungen er-

litt, welche zu einer 7 cm langen Stenose über der Carina führten. Mehrere Monate nach dem Unfall wurde der stenotische Teil reseziert und der Defekt durch einen rostfreien Stahlnetz-Tubus, der innen und außen mit Haut gedeckt wurde, überbrückt. 10 Tage lang ging es der Patientin gut, aber danach starb sie wegen einer Gefäßblutung, da schon während der Operation beim Herauspräparieren des Narbengewebes ein Gefäß verletzt worden war.

Um die Gefahren der Gefäßerosion in der Umgebung des Transplantates zu vermeiden, haben Allen und Albany (1956) empfohlen, um das Stahlnetz einen pleura-periostalen Lappen zu verwenden. Auch Keshishian (1956) berichtet über einen ähnlichen Fall, bei dem eine Stahlnetzprothese zur Erosion der A.innominata und zur Blutung führte.

Jenny (1957) berichtete über 2 Patienten, bei denen wegen zentraler Bronchuskarzinomen eine rechtsseitige Pneumonektomie durchgeführt wurde. Der Defekt im unteren Drittel der Trachea wurde mit Tantalnetz und Fascia lata überbrückt. Das Transplantat heilte gut, es traten keine besonderen Komplikationen auf.

Ekeström und Carlens (1959) versuchten in 2 Fällen beim Menschen die Trachealdefekte mit Prothesenmaterial aus Teflon zu decken. Im ersten Falle wurde nach einer rechtsseitigen Pneumonektomie ein großer trachealer Fensterdefekt plastisch hergestellt. Es entwickelte sich eine 13 cm lange Stenose unterhalb des Larynx, die allen Bougierungsversuchen trotzte. Deshalb wurde die Stenose reseziert und der Trachealdefekt durch eine mit Stahldraht verstärkte und mit Hautlappen überzogene Prothese (nach Gebauer) überbrückt. Nachdem immer wieder Stahldrahtfäden und Granulationsgewebe aus dem Tracheallumen entfernt werden mußten, ersetzten die Autoren diese Gebauer-Prothese durch eine Teflonröhrenprothese (5 cm lang, 1 cm Ø). Diese Prothese heilte gut ein und es trat kein Stridor, Husten oder neue Stenose mehr auf. 12 Monate nach der Operation war die Patientin wieder als Hausfrau arbeitsfähig. Im zweiten Fall befand sich ein Cylindrom der Trachea 3 cm oberhalb der Carina. Trotz mehrfacher elektrischer Abtragung traten immer wieder Rezidiva auf. Daraufhin wurde der, den Tumor

tragende Teil der Trachea reseziert und der Defekt durch ein Transplantat überbrückt, das aus einer Teflon-Ringprothese und Rectusfascie in der Bauchwand vorgebildet worden war. Nach einiger Zeit bildete sich Granulationsgewebe im Tracheallumen. Dieses mußte in Abständen von 2 - 3 Wochen entfernt werden. 8 Monate nach der Operation war der Patient beschwerdefrei und in gutem Allgemeinzustand. Die Autoren empfehlen deswegen die Anwendung der Teflon-Röhren-Prothesen.

b) bei Tieren

Bucher, Burnett und Rosemond (1951) beobachteten die Anwendung von rostfreien Stahlgeflechtem in einer Reihe von Tierexperimenten, wobei große Defekte der Trachea und der Bronchien gedeckt worden waren. An der cervicalen und thorakalen Trachea wurden Defekte gesetzt, die sich bis über 5 Knorpelringe erstreckten. Die Defekte waren entweder fensterförmig, oder in manchen Fällen wurde ein ganzes Segment entfernt. In einer Gruppe von Hunden wurde eine rechtsseitige Pneumonektomie durchgeführt und die Carina und Teile der Trachea reseziert. Die Defekte wurden durch Stahlgeflecht überbrückt, das mit Pericardgewebe oder Haut übernäht wurde. Die Transplantate heilten gut und ohne besonderen Komplikationen.

Rob und Bromley benutzten 1953 zu ihren Tracheal-Transplantationen ein Tantalnetz. Technisch wichtig dabei war, daß die Kanten des Netzes eingeschlagen wurden, damit die Drahtenden nicht heraus ragten. Das Netz soll man in Röhrenform bringen, damit es sich der Form der Trachea anpaßt. Netz und Fascia sollen miteinander so in Verbindung gebracht werden, daß die Defektränder wenigstens 1 cm überragen. Die Autoren versuchten autoplastische, homoioplastische, frische und konservierte Trachealstücke, alle ohne Erfolg. Es kam immer zu Stenosebildung. Die Ergebnisse mit Polythen oder Vitalliumröhrchen waren verhältnismäßig günstiger. Für die Deckung seitlicher Defekte wurde eine Kombination von Tantalnetz mit Fascia lata bevorzugt.

Holle (1953) zeigte im Tierexperiment, daß ein Defekt, der mehr als 50 % der Trachealcircumferenz umfaßt, zusätzlich ein halbstarres Deckungsmaterial braucht. Die Wiederherstellung der Bronchuswand geht hauptsächlich vom peribronchialen Bindegewebe und vom Bindegewebe der fibrocartilaginea und vom Epithel aus. Es besteht keine echte Knorpelregeneration, die Wiederherstellung des Epithels geht sehr rasch über eine metaplastische Plattenepithelbildung vor sich. Die Regenerationskraft des Periosts als Deckungsmaterial ist stärker als die der Fascie. Überbrückungsanastomosen mit Drahtnetz und Fascie sind günstiger als die Verwendung von intraluminalen starren Fremdkörpern, die zum Fremdkörperreiz, Sekretretention und Atelektase führen. Die vom Verfasser dargestellte eigene Einbaumethode einer Ersatzplastik durch ein Kombinationstransplantat von Nylonnetz und freitranplantierter Fascie zeigt günstigere Ergebnisse und umgeht die üblichen Gefahren. Infolge seiner bronchusähnlichen Elastizität und seiner großen Gewebsfreundlichkeit kommt es zur Durchwachsung des Kunststoffnetzes mit Bindegewebe durch Fibroblastenwucherung. Diese vom Autor entwickelte ausgezeichnete Methode hat sich als die befriedigendste aller Bronchusersatzplastiken erwiesen, sie garantiert gute Luftzuführung und vermeidet eine postoperative Stenosierung.

Brancato (1955) überbrückte bei einer Reihe von Tieren die Defekte durch ein entsprechend langes und weites Tantalumrohr. Es wurde in Fascienlappen eingehüllt. Die Transplantate heilten sehr gut. Nach 3 Monaten fand man bei der Sektion eine gute Beweglichkeit der Luftröhren. Das Tantalumnetz war einheitlich mit Gewebe durchwachsen, beiderseits, an der Innen- und Außenseite. Es war keine Deformierung oder Stenosierung eingetreten. Aber auch in diesen Fällen war keine Epithelisierung zu sehen.

Keshishian u. a. (1956) operierten an Hunden, um das Problem der Trachealrekonstruktion zu studieren. Sie versuchten, die Defekte der thorakalen Trachea durch Stahldraht-

spiralen, Stahldrahtnetze, bzw. Tantalum in Kombination mit Cutis zu überbrücken. Die Autoren stellten dabei zuvor fest, daß Stahldraht geringeren Bindegewebsreiz verursacht als Tantalum, die Tiere starben jedoch alle. Die Hunde, bei denen Drahtmaschengewebe verwendet worden waren, starben 2 Monate nach der Operation an Stenose. Bei den Tieren, bei denen Spiralen verwendet worden waren, konnte keine Epithelisierung beobachtet werden. Alle verstarben an Pneumonie.

Rush und Clifton (1956) verwendeten im Tierversuch zur trachealen Defektüberbrückung Polyäthylen-Tuben und umhüllten sie mit Blasenschleimhaut. Sie stellten nach einiger Zeit Ossifikation und Bildung von Zylinderepithel fest.

Bianco und Bianca (1957) versuchten eine Trachealplastik im Tierexperiment. Insgesamt wurden 9 Tiere in zwei Gruppen operiert. Der intrathorakale Trachealdefekt wurde mit einem Cutistransplantat überbrückt. Das Transplantat wurde mit einem röhrenförmigen Drahttubus in der nötigen Weite, d. h. dem Lumen der Trachea entsprechend, gehalten und eingebaut. Die Tiere wurden 10 Tage bis 6 Monate nach der Operation untersucht. Nach der Meinung der Autoren war das Experiment sehr erfolgreich. Man beobachtete eine gute Epithelisierung und eine erstaunlich geringe Stenosierung.

Pressman und Simon (1959) machten ein Tierexperiment bei 200 Hunden zum Ersatz der cervikalen Trachea und des Ösophagus mit verschiedenen Materialien. Die Hunde wurden bis zu drei Jahren nachuntersucht. Die Autoren verwendeten hauptsächlich Polyäthylentuben zur Überbrückung eines Defektes des gesamten Lumens oder eines Fensters. Die Polyäthylen-Tuben wurden mit verschiedenem Material, darunter auch Aorta, bedeckt. Ein homologes, durch Gefrier Trocknung konserviertes Aortensegment wurde entfettet, über der Tube vernäht und zusätzlich mit rostfreiem Stahldraht fixiert. Es verwächst fest mit dem umgebenden Gewebe, Bindegewebe und Knorpel und geht einen innigen Kontakt mit diesem ein. Die Einheilung erfolgt mit ei-

ner Epithelisierung. Obturierendes Granulationsgewebe war in keinem Fall zu sehen. Wenn mit Polyäthylentuben kein Aortengewebe benützt wurde, kam es immer zur Bildung von obturierendem Granulationsgewebe. Durch Schrumpfung wurde das Transplantat kleiner. Drei Jahre lang zeigten die Faser der Aorta normales Aussehen und normale Anordnung. Deswegen meinen die Autoren, daß homologe Aorta besser ist, als alle anderen homologen Gewebe und Kunststoffe.

Michelson u. a. (1961) experimentierten an 56 Hunden. Sie konnten erfolgreich Fensterdefekte decken durch Kombination von Drahtnetz mit luftdichtem, außenliegendem Material, das sie über das Fenster legten, oder durch einen Polyäthylenlappen, den sie intraluminal anhefteten. Ihre Versuche, eine Methode zu finden um Defekte der gesamten Circumferenz zu überbrücken, zeigten keine guten Erfolge. Wenn die Deckung durch außen angelegte Materialien versucht wurde, gelang die Wiederherstellung fast nie. Etwas besser scheinen die Aussichten zu sein, wenn ein Kunststoffzylinder, innen gut sitzend, von außen durch Hufnagelringe fixiert wird. In allen Fällen ist das Fehlen des Flimmerepithels bei ausgedehnten Plastiken von entscheidender Bedeutung, da bei Fehlen des Flimmerepithels der Sekrettransport gestört ist.

Zusammenfassung

Primäre Tumoren der Trachea sind selten. Ihr Vorkommen bedeutet jedoch, egal ob sie gutartig oder bösartig sind, durch die Behinderung des Atemweges stets eine akute Lebensbedrohung für den Patienten. Zu den gutartigen Tumoren gehören die histologisch reifen Geschwülste, z. B. Fibrome, Lipome, Leiomyome, Angiome, Chondrome, Papillome. Adenome können sowohl gutartig als bösartig sein und metastasieren. An bösartigen Tumoren kommen vor allem Carcinome vor. Tumoren des benachbarten Gewebes (Zysten, Drüsen, Carcinommetastasen) können einesteiis durch Druck von außen, anderenteils durch direktes Einwachsen die Trachealwand arodieren (zerstören). Alle intraluminalen, als auch paratrachealen Prozesse führen im Laufe der Zeit zu Stenosisierungserscheinungen (Rö = Atelektase). Das erste klinische Zeichen ist normalerweise Dyspnoe. Gestielte Tumoren können durch ihre Beweglichkeit zu plötzlicher Atembehinderung führen. Zeichen eines ulcerierenden Prozesses im Trachealraum sind Husten und blutiger Auswurf. Gutartige Tumoren werden, wenn möglich, endoskopisch entfernt. Bösartige Tumoren werden nur, wenn eine Resektion nicht möglich ist, bronchoskopisch angegangen, bestrahlt und cytostatisch behandelt.

Mit der Entwicklung der Technik und vor allem der Zunahme des Straßenverkehrs haben die Verletzungen der Luftröhre zugenommen. Schwere Atemnot und Cyanose lassen eine perforierende Verletzung vermuten, oft stehen die Erscheinungen eines Spannungs-Pneumothorax im Vordergrund. Kleine Defekte der Trachea können mit Erfolg übernäht werden. Bei größeren Gewebsverlusten oder Durchtrennung der Luftröhre gibt die End-zu-End-Anastomose die günstigsten Ergebnisse. Die gute Elastizitätsreserve der Trachea läßt eine erfolgreiche End-zu-End-Anastomose bis zu einer Resektionslänge von 4 cm zu.

Größere Defekte machen eine plastische Überbrückung notwendig. Das Hauptproblem bildet dabei die Wiederherstellung der normalen Flimmerepithelfunktion. Sonst kommt es un-

weigerlich zu Sekretverhalten und Pneumonien. Eine weitere entscheidende Schwierigkeit bildet das Plastik-Material. Am besten hat sich bisher die Cutislappenplastik nach Gebauer bewährt. Frische oder konservierte Homotransplantate führen leicht zur Bildung von Granulationsgewebe und damit zu immer neuen Stenoseerscheinungen. Alloplastisches Material, sei es Glas, Metallspiralen, Kunststoffgewebe, werden vom Körper auf die Dauer nicht vertragen und führen zu Lockerung und Abrutschen des Materials, Mediastinitis, Pneumonie etc. Kombinierte Transplantate aus Nylonnetz und Fascie werden von verschiedenen Autoren empfohlen.

Überblickt man die gesamte bisher erschienene Literatur über die operative Behandlung der Trachea, was sowohl große Tierserien, als auch bereits eine ansehnliche Zahl von Fallberichten einschließt, so kommt man zu dem Schluß, daß eine mögliche End-zu-End-Anastomose stets plastischen Wiederherstellungsversuchen vorzuziehen ist. Bei desolaten Fällen wird aber auch eine plastische Rekonstruktion der zerstörten Trachea helfen und langsamen Erstickungstod in milderer Siechtum umwandeln können.

Bibliographie

- 1 ABBOTT, O. Diskussion von Keshishian u. a. J.Thorac. Surg.32(1956)707
- 2 ALLEN, S., N.Y.,ALBANY Diskussion von Keshishian u. a. J.Thorac.Surg.32(1956)707
- 3 ASCHOFF-DIEPGEN-GOERKE "Kurze Übersichtstabellen zur Geschichte der Medizin"7. Auflage Springer 1960 Berlin-Göttingen-Heidelberg
- 4 BALAS, A. "Beitrag zur Chirurgie der mit kongenitalem Knorpeldefekt einhergehenden, mediastinalen, paratrachealen oder trachealen Zysten" Thoraxchir. und vaskuläre Chir.10(1962/63)608
- 5 BARK, J. "Die Bronchoskopie" im Lehrbuch der Anaesthesiologie, Springer Verlag Berlin-Göttingen-Heidelberg 1955
- 6 BELSEY, R. "Resection and reconstruction of the intrathoracic trachea" Brit.J.Surg.38(1950)200
- 7 BENJAMIN, R.E., Ch.E.TURBAK, D.W.HANNON, N.E.SHUMWAY and F.J.LEWIS "Polyvinyl Sponge in experimental surgery" Ann.Surg.145(1957)509
- 8 BIANCO, T., F.BIANCA "Plastiche della Trachea con autoinnesti cutanei preventivamente armati.Studio sperimentale." Ann.ital.Chir33(1957)935
- 9 BIERMER Schweiz.Zschr.Heilk.11(1863)163 Zit.nach Tiegel
- 10 BIESALSKI, P., R.KÖHLER Zschr.Laryng.37(1958)109 Zit.nach Niemeyer und Beckmann
- 11 BIKFALVI, A., D.Kassay "Resektion und Anastomose am thorakalen Teil der Trachea wegen narbiger Stenose" Thoraxchir.III(1955/56)150
- 12 BIOCCA, P. "Adenoma della biforcazione tracheale" Arch.Chir. del Torace13(1956)51
- 13 BRANCATO, U. "Ricerche sperimentali sulle plastiche tracheali con garza di tantalio" Arch.ital.Chir.79(1955)499

- 14 BRAUER und PETERSEN "Die praktische Durchführung des Überdruckverfahrens" DMW 1905 Nr.38
- 15 BREWER, L.A., A.F.BAI "Surgery of the bronchi and trachea, experience with the pedicled pericardial fat graft reinforcement" Amer.J.Surg.89(1955)331
- 16 BRUNS, P. "Resektion der Trachea bei primärem Trachealkrebs" Beitr.z.klin.Chir.21(1898)284
- 17 BUCHER, R.M., W.F.BURNETT and G.P.ROSEMOND "Experimental reconstruction of tracheal and broncheal defects with stainless steel wire-mesh" J.Thorac.Surg. 21(1951)572
- 18 BÜCHERL, E.S. und R.KOCH "Schweres Thoraxtrauma mit Trachea- und Bronchusverletzung als Folge eines Reitunfalls. Zugleich ein Fall erfolgreich behandelten Herzstillstandes bei Bronchographie" Thoraxchir.5(1957/58)21
- 19 CAHAN, W.G. "Carcinoma of intrathoracic trachea: excision and repair by tantalum gauze-fascia lata graft, report of a case" J.Thoracic.Surg.23(1952)513
- 20 CARTER, M.G. and J.W.STRIEDER "Resection of the trachea and bronchi, an experimental study" J.Thorac. Surg.20(1950)613
- 21 CLAGETT, O.T., H.J.MOERSCH and J.H.GRINDLAY "Intrathoracic tracheal tumors: development of surgical technique for their removal" Ann.Surg.136(1952)520
- 22 COLLEY, F. "Die Resektion der Trachea" Dtsch.Zschr.f.Chir. 40(1895)150
- 23 CORELLI, D. und E.GUARNACCIA "Contributo alla chirurgia plastica della trachea: studio radiologico ed istologico" Otol.ecc.ital.21(1953)432
- 24 COTTON, B.H. und J.R.F.PENIDO "Resection of the trachea for carcinoma, report of two cases" J.Thorac.Surg.24 (1952)243
- 25 COZZA, F. "Plastiche tracheali per scorimento e protesi tracheali. Il problema della riparazione dei difetti tracheali. Innesti e protesi tracheali (Studio sperimentale)" Arch.Chir.del Torace 11(1954)349

- 26 GRAFOORD, Cl., V.O.BJÖRK und H.HILTY "Zur Bronchialresektion und broncho-trachealen Anastomose bei tuberkulöser Bronchialstenose" Thoraxchir. 2(1954)1
- 27 DANIEL, R.A. "The regeneration of defects of the trachea and bronchi. An experimental study" J.Thorac.Surg. 17(1948)335
- 28 DESAGA, H. "Die Luftstoßverletzung durch Sprengstoffdetonation" Klin.Wschr. 22(1944)297
- 29 DIETZEL, K. "Symptomatische Besonderheiten der Trachea-Tumoren" Archiv für Ohren-Nasen- und Kehlkopfheilkunde 172 (1957/58)231
- 30 DORTENMANN, J. "Indikation und Technik der parenchymerhaltenden Bronchusresektion" Thoraxchir. 11(1963/64)554
- 31 EDGERTON, T. and A.ZOVICKIAN "Reconstruction of the trachea and infraglottic larynx" Plast.Reconst.Surg.13(1954)167
- 32 v.EISELBERG, A. "Zur Resektion und Naht der Trachea" Dtsch. med.Wschr. 22(1896)343
- 33 EKESTRÖM, S. and E.CARLENS "Teflon prosthesis in tracheal defects in man" Acta chir.scand.Suppl. 245(1959)71
- 34 ELMORE, M.A., R.M.NIMS and D.F.WINN "Studies in segmental replacement of the thoracic trachea" Jr.T.Surg. Res. 1(1961)108
- 35 ERICH, J.B. "Treatment of extensiv cicatricial stenosis of the larynx of the trachea" Arch.Otolaryng.41(1945)343
- 36 EXALTO, J. and K.WALDECK "Bronchiogenic cyst of the mediastinum" J.Thorac.Surg. 18(1949)132
- 37 FAIRCHILD, F.C. J.Surg. 44(1927)119
- 38 FERGUSON, D.T., J.J.WILD and O.WANGENSTEEN "Experimental resection of trachea" Surgery 28(1950)597
- 39 v.FÖDERL, L. Wien.Klin.Wschr. 9(1896)1258
- 40 FRAENKEL, E. "Über Luftröhrensyphilis" Münch.Med.Wschr. 9 (1925)335

- 41 GALL, F. "Der doppelte Aortenbogen und vaskuläre Ringbildungen" Thoraxchir. 10(1962/63)466
- 42 GEBAUER, P.W. "Plastic reconstruction of tuberculous bronchostenosis with dermal grafts" J.Thorac.Surg. 19(1950)604
- 43 GEBAUER, P.W. "Further experiences with dermal grafts for healed tuberculous stenosis of the bronchi and trachea" J.Thorac.Surg. 20(1950)628
- 44 GEBAUER, P.W. "Reconstructive surgery of the trachea and bronchi: late results with dermal grafts" J.Thorac. Surg. 22(1951)568
- 45 GEBAUER, P.W. "Bronchial resection and anastomosis" J.Thorac. Surg. 26(1953)241
- 46 GIBBON, J.H.Jr. Diskussion von Daniel J.Thorac.Surg.17(1948)335
- 47 GILBERT, J.D., L.A.MAZZARELLA and L.J.FEIT "Primary tracheal tumors in the infant and the adult " A.M.A. Arch. Otolaryng. 58(1953)1
- 48 GIRAUD, P. "Behandlung der Tuberkulose im Kindesalter" Vortrag, Tübingen 1962
- 49 GLUCK, Th. und A.ZELLER "Die prophylaktische Resektion der Trachea" Arch.f.klin.Chir. 26(1881)427
- 50 GOFFRINI, P. ed E.LANG "Resezione sperimentale della trachea cervicale e toracica e ricostruzione della sua continuità mediante innesti tracheali omologhi freschi e conservati" Minerva Chir.(Torino)7(1952)18
- 51 GOFFRINI, P. ed E.LANG "Chirurgia sperimentale di resezione e di ricostruzione della trachea toracica e della biforcazione bronchiale con protesi politeniche provvisorie" Minerva Chir.(Torino)7(1952)7
- 52 GORDANI, M. "La riparazione e la ricostituzione della trachea e dei grossi bronchi" Anat.e Chir. 1(1956)35

- 53 GRAIG, R.L., G.W.HOLMES and E.J.SHABART "Tracheal resection and replacement with a prosthesis" J.Thorac.Surg. 25(1953)384
- 54 GREER, A.E. and G.L.WINN "Leiomyoma of trachea. Case report" J.Thorac.Surg. 33(1957)237
- 55 GRIFFITH, J. "Fracture of the bronchus" Thorax 4(1949)105
- 56 GROSSE Zitat nach Ferguson Surgery 28(1950)597
- 57 HACKER, E. "Resektion der Luftröhre mit primärer zirkulärer Naht wegen hochgradiger ringförmiger Narbenstriktur" Beitr.z.klin.Chir. 32(1902)709
- 58 HAMPERL, H. "Lehrbuch der Allgemeinen Pathologie und der pathologischen Anatomie" Springer Verlag 1960
- 59 HASCHE, E. "Die traumatische Bronchusruptur" Thoraxchir. 1 (1953)357
- 60 HASCHE, E. und H.G.GLEICHMANN "Zur Klinik und Pathologie der Bronchusadenome" Bruns`Beitr. 192(1956)468
- 61 HEMNETER, E. a)"Von Ärzten, Krankheiten und Heilmethoden im alten Ägypten"
b)"Die Einbalsamierung im alten Ägypten" in Ciba Zschr. 3.Jg. Nr.33 (1936)
- 62 HERZOG, W. und F.W.CONRAD "Zur Pathologie der Luftröhren-syphilis. Zugleich ein Beitrag zur Penicillin-behandlung gummöser Lues" Zentralblatt f. allg. Path. u. Patholog. Anatomie 93(1955)114
- 63 "HIPPOKRATES, Die Werke des" in neuer deutscher Übersetzung hrsg. v. Dr.Kapferer und Prof.Gg.Sticker, Hippokrates Verlag Stgt. u. Lpzg. 1936
- 64 HODES, P.J., J.JOHNSON and J.P.ATKINS "Traumatic bronchial rupture with occlusion" Amer.J.Roentgenol. 60 (1948)448
- 65 HOLINGER, ZOSS and JOHNSTON "Rupture of bronchus due to external chest trauma, report of three cases with recovery" Laryngoscope (St.Louis) 58(1948)817

- 66 HOLLE, F. "Über die Heilungsbedingungen des Tracheobronchialbaumes und seinen plastischen Ersatz" Langenbecks Arch. u. Dtsch.Z.Chir. 277(1953)1
- 67 HOLLE, F., H.J.VIERECK, R.SCHAUTZ und H.OTTE "Grenzen und Möglichkeiten der Trachealplastik" Langenbecks Arch. u. Dtsch.Z.Chir. 283(1956)540
- 68 HOOD, R.M. and H.E.SLOAN "Injuries of the trachea and major bronchi" J.Thorac.Cardiov.Surg. 38(1959)458
- 69 HORANYI, J. "Klassifizierung und Benennung der Bronchialgeschwulste" Acta med.(Budapest) 10(1956)121
- 70 HUIZINGA, E. and G.SMELT "Bronchography" van Gorcum and camp. Ltd. Assen. The Netherlands 1949
- 71 JACHNIN, G.S. "Primäres Carcinom der Trachea" Vestn.Otol. it.d. 16,H. 2(1954)83 Ref.Z.Org.ges.Chir.137(1955)278
- 72 JACKSON, T.L., P.LEFKIN, W.TUTTLE and F.HAMPTON "An experimental study in bronchial anastomosis" J.Thorac. Surg. 18(1949)630
- 73 JACKSON, T.L., E.I.O'BRIEN, W.TUTTLE and J.MEYER "The experimental use of the tracheobronchial tree" J. Thorac.Surg. 20(1950)598
- 74 JENNY, R.H. "Experimentelles und klinisches zur Resektion der Trachea" Langenbecks Arch. u. Dtsch. Zschr. f. Chir. 285(1957)563
- 75 JHONES, P. "Developmental defects in the lungs" Thorax(Lond.) 10(1955)205
- 76 KAY, E.B. Diskussion von Cotton und Penido J.Thorac.Surg. 24(1952)243
- 77 KESHISHIAN, J.M., B.BLADES and M.J.BEATTIE "Tracheal reconstruction" J.Thorac.Surg. 32(1956)707
- 78 KINSELLA, T.J. and L.W.JOHNSTUD "Traumatic rupture of bronchus" J.Thorac.Surg. 16(1947)571

- 79 KIRKPATRICK, E.R.G. "Case of traumatic avulsion of mainstem bronchus from its lung, treated by immediate pneumonectomy" Brit.J.Surg.37(1949/50)362
- 80 KNAAK, H.J. "Die Bedeutung der Bronchiographie für die Diagnostik des Bronchial-Carcinoms" Med.Klinik 1956 1393
- 81 KÖNIG, F. "Zur Deckung von Defekten in der Vorderen Trachealwand" Berl.klin.Wchnschr. 33(1896)1129
- 82 KÖNIG, F. "Ersatz eines großen Trachealdefektes" Verhandl. d. dtische. Gesellschaft. f. Chir. 26(1897)95
- 83 KRAMER, R. Zit. Schneidrzik, Lungen- und Ösophagusresektionen, Jena 1950
- 84 KRINITZKI, S.I. "Zur Kasuistik einer vollständigen Zerreissung des rechten Luftröhrenastes" Virchows Arch. path.Anat. 266(1927)815
- 85 KUESTER, K.E. "Die Resektion der Trachea" Dtsche.Zschr. f. Chir. 40(1895)150
- 86 KUGEL, E. "Verletzungen der Luftröhre" Extrait du Bulletin de la Société Internationale de Chirurgie, Tome XX, 5-6(1961)552
- 87 KUGEL, E. Operationsbericht "Jaros Hans" vom 9.5.1952 Chir.Univ.Klinik München
- 88 KUGEL, E. Operationsbericht "Becher Georg" vom 8.4.1950 Chir.Univ.Klinik München
- 89 LANGSTONE, H.T. "Collective review: Benign endobronchial tumors." Int.Abst.Surg. 91(1950)521
- 90 LONGMIRE, W.P.jr. "The repair of large defects of the trachea" Ann.Otol.,Rhin.&Laryng. 57(1948)875
- 91 MAISEL, B. and J.A.DINGWALL "Primary suture of the divided cervical trachea" Surgery 27(1950)726
- 92 MARRANGONI, A.G. "Homotransplantation of trachealsegments preserved by lyophilization, an experimental study" J.Tho.Surg. 21(1951)398

- 94 MATTHES, Th. "Über Möglichkeiten und Grenzen bronchus-chirurgischer Eingriffe nach traumatischer Bronchusverletzungen" Chirurg 26(1955)455
- 95 MATTHES, Th. "Experimenteller Beitrag zur Frage der Wiederherstellungschirurgie in Trachea und Bronchien" Brunn's Beitr.z.klin.Chir. 192(1956)216
- 96 METRAS, H., M.GREGOIRE, H.LONGEFAIT et L.HARTUNG "Reconstruction plastique trachéo-bronchique à propos de 19 cas" J.franc.Méd et Chir.thorac. 9(1955)121
- 97 MICHELSON, E., R.SOLOMON, L.MAUN and J.Ramirez "Experiments in tracheal reconstruction" J.Thorac.cardiovasc. Surg. 41(1961)748
- 98 MITCHEL, B.F. and M.V.DAVIS "Closed rupture of the trachea" Amer.Surgeon. 24(1958)223
- 99 MOERSCH, J. and J.R.McDONALD "Bronchial adenoma" J.Amer.med. Assoc. 142(1950)299
- 100 MÜLLY, K. "Die Bronchoskopie" im Lehrbuch der Anästhesiologie hrsg.v.R.Frey, W.Hügin, D.Mayrhofer
- 101 NACH, R.L. and M.ROTHMAN "Injuries to the larynx and trachea" Surg.Gynec.&Obst. 76(1943)614
- 102 NEUBURGER, M. "Geschichte der Medizin" Stgt. 1906
- 103 NICOLAI, F. R.v.Volkmann (1919)781 Zit. nach Herzog u. Conrad
- 104 NIEHUES "Über die Behandlung von Larynxstenosen und Trachealdefekten" Zentralbl. f. Chir. 30(1903)846
- 105 NIEMEYER, W. und G.BECKMANN "Zur Palliativtherapie der sekundären Trachealkarzinose" Ztschr.f.Laryngologie, Rhinologie, Otologie 38(1959)361
- 106 NISSEN, R. "Die Bronchusunterbindung, ein Beitrag zur experimentellen Lungenpathologie und -chirurgie" Dtsch.Z.Chir. 179(1923)160
- 107 NISSEN, R. "Extirpation eines ganzen Lungenflügels" Zbl.Chir. 47(1931)3003

- 108 NOWAKOWSKI, K. "Beitrag zur Trachealplastik" Arch.f.Chir. 90(1909)847
- 109 OERI, J. "Transthorakale Extirpation eines Tracheal-Adenoms" Helvetia Chirurgica Acta (1957)4
- 110 PACHECO, C.R., O.RIVERO and J.K.PORTER "Experimental reconstructive surgery of the trachea" J.Thorac. Surg. 27(1954)554
- 111 PAULSON, D.L. "Traumatic bronchialrupture with plastic repair" J.Thorac.Surg. 22(1951)636
- 112 PAULSON, D.L. and R.R.SHAW "Bronchial anastomosis and bronchoplastic procedures in the interest of preservation of lung tissue" J.Thorac.Surg. 29(1955)238
- 113 PENTON, R.S. and O.C.BRANTIGAM "The use of a viable pedicle graft for repairing an extensive tracheobronchial defect" Ann.Surg. 135(1952)709
- 114 PINTO, E., A.SALVADOR jr., A.GIESTEIRA de ALMEIDA, TAVARES "Anastomosis traqueales y bronquiales primeros resultados. Estudio experimental." An.méd.-quir. 2(1956)107
- 115 PRESSMAN, J. and M.B.SIMON "Tracheal stretching and metaplasia of the tracheal rings from cartilage to bone following the use of aortic homografts" Amer.Surg. 25(1959)850
- 116 RAVITCH, M.M. and J.B.HARDY "Congenital cystic disease of the lung in infants and in children" Arch.Surg. 59(1949)1
- 117 RICCERI, R., G.FEBIZ, G.OLIVA e G.CAPPELLINI "Le riparazioni tracheobronchiali Tentativi sperimentali e considerazioni sulla possibilita di una realizzazione clinica." Arch.Chir.del Torace 15(1958)163
- 118 RIENHOFF W.F.jr. "Readjustments in thoracic cage and its contents following total and partial pneumonectomy" Sth.med.J.(Bgham.Ala.) 29(1936)445

- 119 ROB, C.G. and G.H.DATESMAN "Reconstruction of the trachea and cervical Esophagus" Brit.J.Surg. 37(1949)202
- 120 ROB, C.G. and L.L.BROTHLY "Reconstruction of the trachea" Thorax(Lond.) 8(1953)269
- 121 RÖMER, K.H. - Magdeburg "Dünndarm-serosa-muscularis-bezo-gene V2A-Drahtspiralen als Ersatz für komplette Segmente des Tracheobronchialbaumes im Tierversuch" Langenbecks Arch. 298(1961)781
- 122 RÖSSLE, R. Virchows Arch. path. Anat. 314(1947)511 Zit. nach Hasche
- 123 RUSH, B.F. and L.L.CLIFTON "Experimental reconstruction of the trachea with bladder mucosa" Surg.(St.Louis) 40 (1956)1105
- 124 SALEK, J., S.TICHY und J.LUTTENBERG "Primäre Resektion der Brusttrachea wegen Karzinoms" Thoraxchir. 7(1959/60) 343
- 125 SATO, R., J.NAKAGAWA, S.HATTORI, T.DOHI, T.TAMACKA, K.IZUMI and T.TODO "Experimental study of tracheal reconstruction .Nylon grafting." Kobe J.med.Sci. 4(1958) 219 (Ref.Zentralorgan f.d.ges.Chir.(1959/60)157
- 126 SAUERBRUCH, F. "Zur Pathologie des offenen Pneumothorax und die Grundlagen meines Verfahrens zu seiner Ausschaltung" Mittlg.a.d.Grenzgeb.d.Med.und Chir. 13(1904)399
- 127 SCANNEL, J. "Bronchusruptur nach geschlossenen Verletzungen des Brustkorbes. Bericht eines Falles, der durch sofortige Thorakotomie beobachtet und wiederhergestellt wurde." Ann.Surg. 133(1951)127
- 128 SCHÖNBERG, S. "Bronchialrupturen bei Thoraxkompression" Berl.klin.Wschr. 49(1912)2218
- 129 SCHÜTZ, W. "Die Klinik und Behandlung congenitaler Lungenzysten" Dtsch.med.J. (1956)150

- 130 SPERLING, E. "Beobachtungen bei experimentellen Bronchus-anastomosen" Thoraxchir. 9(1962)572
- 131 SPERLING, E. "Zur zirkulären Resektion der thorakalen Trachea" Zentralblatt f. Chir. 7(1962)273
- 132 STAUDACHER, V.F., A.PULIN e L.BELLI "Tentativi di resezione bronchiale con ristabilimento della continuità mediante anastomosi termino-terminale"(Ricerche sperimentali) Chirurgica(Milano)55(1950)1
- 133 STIPA, S., L.AGLEITTI e A.PANEBIANCO "Plastiche tracheali per allungamento" Extrait du Bulletin de la Société Internationale de Chirurgie, Tome XX, 5-6(1961)556
- 134 STRANDNESS, D.E.jr., I.J.GUSTAFSON and J.T.PAYNE "Surgical resection of the thoracic trachea: an experimental study in dogs." Thorac.Surg. 34(1957)269
- 135 STREICHER, H.J. "Die Versorgung der traumatischen Bronchus-ruptur" Chir.Praxis 6(1962)391
- 136 SUDHOFF, K. "Beiträge zur Geschichte der Chirurgie im Mittelalter" J.A.Barth, Lpzg.1918 II.Teil
- 137 SWEET, H.RICHARD, L.SOUTTER and C.T.VALENZUELA "Mucosal wall tumors of the esophagus" J.Thorac.Surg. 27(1954)13
- 138 TIEGEL, M. "Weitere Studien über die Chirurgie des Bronchus" Bruns`Beitr.klin.Chir. 71(1911)528
- 139 TOUNTAS, C. "Tumor of the thoracic trachea" Acta chir.hellen. (1959)909
- 140 TRNKA "Eine praktische Methode der Tracheoplastik mit gedoppelten Hautlappen" Centralbl.f.Chir. 27(1900)413
- 141 UNGER, L. "The recognition of nonallergic asthma" Dis.Chest 22(1952)671
- 142 VASALIUS, A. "De corporis humani fabrica libri septem" hrsg. von Moritz Roth, Verlag Gg.Reimer/Bln. 1892
- 143 VIERHEILIG, J. "Die subcutane Bronchuserreißung" Bruns`Beitr.klin.Chir. 93(1914)201

- 144 VOSSSCHULTE, K. "Chirurgische Therapie der Lymphknoten-tuberkulose des Mediastinums" Beitr.Klin.Tuberk. 117(1958)557
- 145 WARD, G.E. and J.W.HENDRICK "Diagnosis and treatment of tumors of the head and neck" Baltimore, Williams & Wilkins Company 1950
- 146 WATERMAN, D.H. Diskussion von Keshishian u. a. J.Thorac. Surg. 32(1956)707
- 147 WEBB, A. Path.Indica calcutta (1848) Zitat nach Hasche
- 148 WEISEL, W. and R.JAKE "Anastomosis of right bronchus to trachea forty-six days following complete bronchial rupture from external injury" Ann.Surg. 137(1953)220
- 149 WULFF, H.B., A.MAIM, L.SVANBERG and A.WENCKERT "Traumatic bronchial rupture" Acta Chir.scand. 245(1959)142
- 150 YASARGIL; E.C. und R.HESS "Beitrag zur plastischen Überbrückung der thorakalen Trachealdefekte" Thoraxchir. 5(1957/58)470
- 151 ZENKER, R. "Die geschlossenen und offenen Verletzungen der Lunge und des Brustfells" Langenbecks Arch.284 (1956)152

Herrn Oberarzt Dr. Erich Kugel,
dem Leiter der thoraxchirurgi-
schen Abteilung des Krankenhau-
ses rechts der Isar in München,
für die Überlassung des Themas
zu danken, ist mir bei seiner
stets bewiesenen Hilfsbereit-
schaft eine besonders angenehme
Pflicht.

LEBENS LAUF

Am 31. Januar 1922 wurde ich, Prabhu Shanker Rai Sharma, in Shakkarpur, Azamgarh, U.P., Indien geboren. Ich war das dritte Kind des Landlords Jaikaran Rai Sharma und seiner Ehefrau Indrasni Devi Sharma. Die Volksschule besuchte ich in Shakkarpur, die höhere Schule in Azamgarh, wo ich 1942 mein High School Examen bestand. Auf der Hindu Universität Benares machte ich 1944 Intermediate Science, 1946 Bachelor of Arts und 1951 Master of Science in Pflanzenphysiologie. 1951-52 arbeitete ich in einem Forschungsinstitut für Pflanzenphysiologie. In derselben Zeit unterrichtete ich auch als Biologielehrer an einer höheren Schule. Danach war ich als Lehrer für Chemie und Biologie im Birla Vidya Mandir College tätig. Ende 1954 fuhr ich nach Deutschland und begann wieder mein Medizin-Studium an der Münchner Universität. 1955 bekam ich einen Lehrstuhl für indische Sprache im Indien-Institut München, wo ich abends arbeitete und dadurch mein Studium finanzieren konnte. 1958 machte ich das Physikum und 1962 das medizinische Staatsexamen. Danach arbeitete ich im Krankenhaus Tutzing in der internen und chirurgischen Abteilung und in einer Privatklinik in Starnberg auf der gynäkologischen Abteilung.

